UNTERSUCHUNGEN

über die Bedeutung der

physiologischen Blutbeschaffenheit (Erythrocyten, Leukocyten und Hämoglobin) von Milchkühen.

Von der

K. Technischen Hochschule zu München

zur Erlangung der Würde
eines Doktors der technischen Wissenschaften
genehmigte Dissertation.

Vorgelegt von

Ludwig Prohaska

aus Osijek (Croatien).

Referent: **Herr Prof. Dr. Emil Pott.**

Korreferent: **Herr Geh. Hofrat Prof. Dr. Franz von Soxhlet.**

Tag der mündlichen Prüfung: 22. Dezember 1907.

München 1908.

Druck von M. Ernst, Senefelderstrasse 4.

UNTERSUCHUNGEN

über die Bedeutung der

physiologischen Blutbeschaffenheit (Erythrocyten, Leukocyten und Hämoglobin) von Milchkühen.

Von der

K. Technischen Hochschule zu München

zur Erlangung der Würde
eines Doktors der technischen Wissenschaften
genehmigte Dissertation.

Vorgelegt von

Ludwig Prohaska

aus Osijek (Croatien).

Referent: **Herr Prof. Dr. Emil Pott.**

Korreferent: **Herr Geh. Hofrat Prof. Dr. Franz von Soxhlet.**

Tag der mündlichen Prüfung: 22. Dezember 1907.

München 1908.

Druck von M. Ernst, Senefelderstrasse 4.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555409_0018

Seinem hochverehrten Lehrer

Herrn Dr. Emil Pott

Professor der Tierzucht an der K. Technischen Hochschule zu München,

welcher diese Arbeit anregte und ihre Durchführung durch Zuweisung der erforderlichen wissenschaftlichen Hilfsmittel ermöglichte,

in ergebenster Dankbarkeit gewidmet

vom Verfasser.

Vorwort.

Das Material zur Erforschung physiologischer Fragen ergibt sich entweder durch direkte Experimente oder aus Beobachtungen, welche gelegentlich gemacht werden. Durch das direkte Experiment werden die Verhältnisse zwischen Ursache und Wirkung oder zwischen Bedingung und Folgeerscheinung so gestellt, dass sie möglichst einer zahlenmässigen Kontrolle zugänglich sind. Bei klinischen Beobachtungen wird vor Allem durch eine zahlenmässige Statistik der Krankheitsursachen eine Einsicht in die bezüglichen physiologischen Verhältnisse gewonnen. Ehrlich sagt von den letzteren: „Die klinischen Beobachtungen bieten uns die grössten Variationen der physiologischen Verhältnisse, wie wir sie durch Experimentation niemals herbeiführen können.“[1]) Es handelt sich hier nicht darum, einer oder anderen Gruppe von Beobachtungen den Vorrang streitig zu machen, sondern bloss darauf hinzuweisen, dass beiden eine sehr grosse Bedeutung zur Lösung physiologischer Fragen zukommt. Beide liefern nämlich das statistische Material zu einer empirischen Forschungsmethode, welche in den Naturwissenschaften allein angewendet werden darf. Beim Experiment werden die Beobachtungen unter bestimmten Bedingungen gewonnen, bei den klinischen Erscheinungen werden sie so gesammelt, wie sie sich von selbst bieten. Jedes Experiment gewinnt durch Wiederholung an Exaktheit und aus diesem Grunde ist jede experimentelle Forschungsmethode eine zielbewusste forcierte Statistik. Die arithmetischen Zahlen, welche Ursache und Wirkung bei

[1]) In Notnagel's „Spezielle Pathologie und Therapie“ 1901. VIII. 2.

der rein experimentellen Forschung am besten zur Anschauung bringen, dienen aber auch in der klinischen Kasuistik der Krankheiten und bei den therapeutischen Beobachtungen als Hauptmittel zur Lösung physiologischer Fragen. Die statistische Methode ist somit der einzige richtige Weg empirischer Forschung, solange uns nicht die Einzelheiten der physiologischen Funktionen bekannt sind, wie uns z. B. viele chemische Reaktionen im Reagenzglas bekannt sein können.

Es drängt sich uns aber die Frage auf, wie so es komme, dass durch dieselbe statistisch-experimentelle Forschungsmethode, tadelloses Experimentieren vorausgesetzt, dennoch sehr oft gänzlich oder teilweise widersprechende Lösungen der gestellten Fragen entstehen können. Solche Fälle sind in der naturwissenschaftlichen Forschung auf der Tagesordnung. Sie kommen bei verschiedenen Forschern und selbst bei ein- und demselben Forscher bei Behandlung derselben Frage vor. Exempla sunt odiosa.

Ich glaube, dass wir dieser Frage auch ohne Beispiele näher treten können, wenn wir die Behandlungsweise der experimentell-statistischen Methode einer Betrachtung unterziehen. Im grossen Ganzen sind nämlich zwei verschiedene Behandlungsweisen der experimentell-statistischen Methode zu unterscheiden.

Die erste und von den Praktikern meistenteils angewendete Methode ist die sogenannte Methode der grossen Zahlen. Aus dem Gros der experimentell gewonnenen und statistisch aufgestellten Zahlen werden Verhältnisse ermittelt, welche sich in einer Majorität gegenüber einer Minorität befinden. Die Majorität der bestimmten Zahlenverhältnisse bildet die Lösung der gestellten Frage, die Minorität hingegen, welche zu dieser Lösung in einem kleineren oder grösseren Widerspruche steht, wird entweder gar nicht berücksichtigt oder den möglichen Versuchsfehlern zugeschrieben, oder was am häufigsten der Fall ist, zu den Ausnahmsfällen gerechnet. Der Wert dieser rein statistischen Methode ist nicht zu verkennen,

denn sie ist die reine Empirie selbst ohne jede Einmischung spekulativer Forschung. Bei einfachen Fragen, wo sich alle Verhältnisse in arithmetischen Zahlen ausdrücken lassen, wird sie immer und am besten anzuwenden sein. Die physiologischen Fragen sind aber fast durchwegs komplizierter Natur. Aus diesem Grunde hat sich schon längst bei fachlich gebildeten Forschern eine zweite Methode eingebürgert, welche den Wert der arithmetischen Zahlen der experimentell-statistichen Methode mit dem Wert anderer physiologischer Beobachtungen zu vereinigen sucht und zwar durch die Beihilfe der Logik, wenn sich diese Beobachtungen in Zahlen nicht ausdrücken lassen. Nennen wir diese Methode im Gegensatz zur ersteren und rein formellen die statistisch-fachwissenschaftliche Methode, weil sie eine besondere Kenntnis des Fachgegenstandes, in diesem Falle, der Physiologie, voraussetzt.

Vierordt hat bereits den Gegensatz, welcher zwischen diesen zweien Anwendungsarten der statistischen Methode besteht, kritisch behandelt und ich erlaube mir, mich mit meinen eigenen Ansichten über diesen Gegenstand hinter diese Autorität zu stellen. Durch die Anwendung der beiden genannten Methoden können sich nach Vierordt die Schlüsse auf folgenden Wechselbeziehungen aufbauen:

1. „Zu einem formal richtigen Resultat, dass die strengste Probe der Wahrscheinlichkeitsrechnung aushält, gesellen sich eine Anzahl beachtenswerter und von keinem Vorurteil eingegebener sachlicher Gründe. Letztere können, brauchen aber nicht notwendig, die Sicherheit des Schlusses vermehren, d. h. die Fehlergrenze ist enger, als die mathematische Theorie, gestützt auf die Zahl der Einzelversuche, und die Kritik des gewonnenen Zahlenmittels verlangt."

2. „Ein formal mangelhaftes Zahlenmaterial kann einigermassen gestützt und bis zu einem gewissen Grade verbessert werden durch innere Gründe, d. h. der Sachverständige hat Ursache, unter Umständen ein Ergebnis nicht zu missachten, das der blosse Theoretiker (Experimentator) aus mathemati-

schen Ueberlegungen verwerfen muss. Gehen wir noch weiter."

3. „Ein formrichtiges Zahlenresultat kann nichts destoweniger falsch sein (wie oft ist das in den Erfahrungswissenschaften schon vorgekommen!) und unter Umständen vermöge innerer Gründe als falsches sogleich von den Sachverständigen erkannt werden."[1])

Diese Wechselbeziehungen der rein formellen zur fachwissenschaftlichen statistischen Methode hat Vierordt, wie eben zitiert, aufgestellt und ich erlaube mir, noch eine hinzuzufügen, welche vielleicht diese allzuscharfe Kritik der rein formellen Zahlenmethode in ein milderes Licht bringen wird. Es kann nämlich folgender Umstand eintreten:

4. Ein mit Zahlen festgestütztes Resultat ist sehr oft nur scheinbar einer bereits gewonnenen und festgestellten Tatsache widersprechend, weil ein innerer Grund übersehen wurde, der die ermittelten Zahlen mit der bereits gewonnenen Tatsache logisch verbindet und eigentlich dasselbe beweist.

Um diesen Fall näher zu beleuchten, möchte ich ein Beispiel aus der Entwicklungsforschung hinzufügen, welches den Vorteil besitzt, niemanden anzugreifen: Gerhartz[2]) findet, dass bei Dinophilus apatris bei erhöhter Temperatur mehr männliche und bei niedriger Temperatur mehr weibliche Geburten vorkommen. Von Malsen bestätigt diese Tatsache, zieht aber einen ganz anderen Schluss daraus: Nicht die höhere Temperatur ist die Ursache, dass mehr männliche Geburten vorkommen, sondern die abnorme Steigerung der Geschlechtstätigkeit, welche durch Wärme hervorgerufen wird, ist die Ursache einer mangelhaften Ernährung der Ovogonien und jene ruft die Mehrheit der männlichen Geburten hervor. Kälte mit Hunger verbunden steigert auch die Zahl der männlichen Geburten, was also den Resultaten, welche Gerhartz bekommen hat, formell

---

[1]) Archiv für physiologische Heilkunde. Stuttgart. 1858.

[2]) Jahrbuch der wissenschaftlichen Tierzucht. 1907. S. 59.

direkt widerspricht. Dennoch konnten, wie wir gesehen haben, diese formell widersprechenden Resultate durch einen inneren Grund logisch verbunden werden, ohne dass sie sich gegenseitig ausschliessen.

Die Kompliziertheit der physiologischen Verhältnisse, der Umstand, dass beim Experiment im Interesse seiner Exaktheit nur wenige Bedingungen aufgenommen werden können und schliesslich die Unmöglichkeit, die meisten gewichtigen Gründe und Erfahrungen in Form von Zahlen auszudrücken, wird es immer wieder notwendig machen, die rein formelle statistische Methode mit der fachwissenschaftlichen zu verbinden, um die erstere (in physiologischen Fragen) überhaupt schlussfähig zu machen. Vierordt sagt diesbezüglich: „Ich dringe gleichzeitig mit Nachdruck darauf, dass es ausser der rein formalen, mit einer gewissen mathematischen Schärfe beweisenden Logik des Wahrscheinlichkeitskalkuls in vielen Fällen noch eine Logik der Tatsachen gibt, die in rechter Weise und am rechten Ort angewandt, einen kleineren oder selbst sehr grossen Grad von Beweiskraft für den Mann von Fach besitzt.“[1])

Die in dieser Arbeit erörterten Fragen sind auch durchwegs komplizierter Natur und um eventuellen Täuschungen zu entgehen, war Verfasser bemüht, sich durch das Studium der Literatur der Hämatologie und der Drüsenfunktionen so viele Kenntnisse anzueignen, um diesen Gegenstand, wenn auch nicht erschöpfend, so doch möglichst sachgemäss zu behandeln. Wer die Hämatologie nur einigermassen kennt, wird einsehen, dass es bei der Ueberschwemmung mit Arbeiten und Untersuchungen auf diesem Gebiete selbst einem Spezialisten nicht mehr möglich ist, die ganze Literatur der Hämatologie zu überblicken. Sollte nun diesbezüglich eine mehr oder weniger wichtige Erfahrung dem Verfasser entgangen sein, so wird er aus diesem Grunde leicht Entschuldigung finden. Auch in Bezug auf die Milchdrüsen-

[1]) Archiv für physiologische Heilkunde. Stuttgart. 1858. S. 223.

funktion war es trotz des gründlichsten Studiums der einschlägigen Literatur kein Leichtes, die erörterten Fragen an die herrschende Lehre zu knüpfen. Die Lehre der Milchdrüsenfunktion, obwohl im Prinzipe festgelegt, befindet sich noch immer im Rohbau und Verfasser war wegen der Natur des Untersuchungsgegenstandes genötigt, einige Lücken dieser Lehre durch die Synthesis festgestellter Erfahrungen auszufüllen, um dadurch gewissermassen einen mehr präzisen Standpunkt zu gewinnen. In der folgenden Einleitung wurde deshalb der Milchdrüsenfunktion eine eingehende Studie gewidmet.

Einleitung.

Die physiologischen Beziehungen der Milchdrüse zur Blutflüssigkeit.

So wie jedes Organ durch das Blut ernährt wird, so ist auch die Milchdrüse von dem Blute abhängig. Die einfache Beobachtung aber, dass eine gute Milchkuh selten besonders fett wird, weist dahin, dass die Beziehungen zwischen Blut und Organ nicht immer und für jedes Organ dieselben sind. Es besteht eine gewisse Ernährungskonkurrenz zwischen den Organen und wir wollen diesen Umstand in den folgenden Betrachtungen, soviel als möglich, festlegen.

Im Hungerzustande, also beim absoluten Ausschluss der Nahrungszufuhr, sehen wir, dass einzelne Gewebe auf Kosten anderer und weniger lebenswichtiger Gewebe ernährt und erhalten werden. Es besteht diesbezüglich bereits eine grobzügig aufgestellte Reihenfolge der Gewebe in der Physiologie: Es wird im Hungerzustande zuerst das aufgespeicherte Fett angegriffen, nach Verbrauch des Fettes kommt das Zirkulationseiweiss (Voits) an die Reihe, dem Zirkulationseiweiss folgt das Muskeleiweiss, schliesslich das Blutkörperchen- und Drüsensubstanzeiweiss und zu allerletzt das Eiweiss des lebenswichtigsten Gewebes der Nerven. Das Blut nimmt also die vorletzte Stellung ein, weil nur durch die Vermittelung des Blutes das lebenswichtigste Gewebe, die Nerven, von den anderen Geweben ernährt werden kann. Der letztere nur theoretisch denkbare Zustand, wo die letzte Blutzelle ihren Leib zu Erhaltung der Nervenzellen hergibt, ist freilich physiologisch nicht mehr möglich, weil durch das Ueberschreiten eines bestimmten Minimums der Blutmenge die

Lebensfunktionen aufhören. Auch der Umstand, dass sich im Hungerzustande die Zahl der roten Blutkörperchen und die allgemeine Konzentration des Blutes nicht verringert, ist beachtenswert, um die Bedeutung des Blutes für die gesamten Körperfunktionen zu bemessen.

Welche Stellung nimmt nun die Milchdrüse in dieser physiologischen Taxation der Organe in Bezug auf die Ernährungskonkurrenz ein?

Es ist bekannt, dass hungernde Frauen auf Kosten ihres Körpers ihre Kinder säugen. Voit sagt diesbezüglich: „Bei der Menge der Gefässe, welche Blut zur Drüse führen, ist es wohl möglich, dass die Drüse noch eine Zeit lang (beim Hungern) auf Kosten des übrigen Körpers Milch liefert.[1]) Die Milchdrüse wird also jedenfalls auf Kosten des Körperfettes und des Muskeleiweisses durch die Vermittlung des Blutes ernährt werden können. Alle lebenswichtigen Drüsen nehmen diese Stellung im Hungerzustande ein. Die Milchdrüse ist dabei für das Individuum gänzlich unwichtig und unnützlich, sie ist vielmehr als schädlich anzusprechen, weil sie bei relativem Nahrungsmangel dem Körper Nahrungsstoffe entzieht.

Was aber die lebenswichtigen Drüsen für das Individuum sind, das ist die Milchdrüse für die Erhaltung der Art. Zur Zeit der embryonalen Entwicklung des Kindes spielt die Placenta die nahrungsübermittelnde Rolle zwischen dem Blute der Mutter und dem Blute des Kindes. Nach der Geburt übernimmt die Milchdrüse diese Rolle und darin liegt der Hauptpunkt des physiologischen Zusammenhanges des Blutes und der Milchsekretion. Da aber die postembryonale Ernährung nur durch den Darmkanal des Kindes möglich ist, so ist nun die Aufgabe der Milchdrüse, aus dem Blute der Mutter eine Nahrung zu bereiten, die für eine entsprechende Darmernährung geeignet ist. Durch

[1]) Zeitschrift für Biologie. V. Bd. 1869. S. 79—169: Voit. Ueber die Fettbildung im Tierkörper.

diese Feststellung haben wir in der Hauptsache die physiologische Beziehung des Blutes zur Milchdrüse gefunden und es werden unsere weiteren Betrachtungen immer auf diese Beziehung zurückzuführen sein. Die Geschichte der physiologischen Forschung der Lactopoëse zeigt auch, dass die meisten Forscher diesen Zusammenhang erkannten, ihn jedoch gemäss ihrer sehr differenten Theorien als mehr oder weniger wichtig hervorgehoben haben.

Die verschiedenen Anschauungen über die Milchbildung kann man übrigens nicht gut chronologisch verfolgen, weil sie mehr inhaltlich übereinstimmen oder von einander abweichen, als das den Zeitpunkten der Entwicklung der physiologischen Wissenschaft entsprechen würde. Dem Inhalte nach kann man sie in drei grosse Gruppen teilen:

1. Die Filtrations- und Diffusionstheorien.
2. Die Drüsenzellenzerfallstheorien.
3. Die Drüsenfunktionstheorien.

Einige Theorien nehmen besondere Stellungen ein, doch sind sie in Anbetracht der Vermittlungen, welche sie bezwecken wollen, mehr oder weniger in eine der oben genannten Gruppen einzureihen.

1. Die Filtrations- und Diffusionstheorien.

Im achtzehnten Jahrhundert beruhten die Vorstellungen über die Sekretion der Drüsen gänzlich auf mechanischen Gesichtspunkten der Filtration von Flüssigkeiten. Das Blut wird durch feine Poren der feinsten Gefässausläufer in die Drüsenräume durchfiltriert. Die Verschiedenheit der Sekretion wird verursacht durch die Verschiedenheit der Gefässdimensionen, der Abzweigungswinkel und der Entfernung der Gefässe vom Herzen. Von der Grösse der Filtrationsporen ist es hauptsächlich abhängig, welche Bestandteile des Blutes durchfiltriert werden. Die Hauptvertreter dieser

Theorie waren Malpighi und Ruysch.[1]) Das Milchdrüsensekret war also nach dieser Theorie nichts anderes als ein Filtrat der Blutflüssigkeit, welches seine qualitativen Bestandteile dem groben anatomischen Bau der Milchdrüsenblutgefässe verdankte.

Durch die Begründung der Zellenlehre durch Schwann und der Lehre von der Membrandiffusion von Dutrochet wurde die Filtrationstheorie in die Zellendiffusionstheorie umgewandelt. Die Diffusionslehre der Drüsensekretionen wurde von C. Ludwig mit sehr grossem Geschick und wissenschaftlicher Feinheit ausgebaut.[2]) Auch dürfen nicht unerwähnt bleiben die Namen Liebig, Brücke, Buchheim und Fick.[3]) Eine besondere Stütze der Diffusionslehre waren Claude Bernard's Untersuchungen über das Verhalten der Blutgefässe während der Drüsensekretion.[4]) Er fand durch Reizung der Drüsengefässnerven bedeutende Veränderungen des Blutstromes, welche durch parallele Veränderungen der Drüsensekretionen vor sich gehen. Die Untersuchungen Claude Bernard's und Ludwig's eigene Untersuchungen führten den letzteren zur Ueberzeugung, dass die Drüsenfunktion durch Diffusion zu erklären sei. Aus der Verschiedenheit der Diffusionsporen resultiere auch die Verschiedenheit der Sekretion. Die Milch sei also ein Diffusionsprodukt des Blutes.

Mit der Entdeckung der einzelnen chemischen Bestandteile der Milch wurde diese Theorie erschüttert, denn es fanden sich in der Milch Stoffe vor (Milchzucker, Caseïn, Fettsäuren etc.), welche sich im Blute präformiert nicht vorfinden.

---

[1]) Zitiert von Heidenhain in Hermann's Handbuch der Physiologie der Absonderung und Aufsaugung. Leipzig. 1883. S. 5.

[2]) Ludwig: Lehrbuch der Physiologie. 1. Aufl. 1856.

[3]) Zitiert von Heidenhain in Hermann's Physiologie der Absonderungen. Leipzig. 1883. S. 10.

[4]) Gaz. méd. d. Paris 3. Juli 1858. p. 428.

Eine Sonderstellung der mechanischen Theorien der Milchsekretion aber zugleich auch eine vermittelnde Stellung zur Zellenzerfallstheorie nahmen die Theorien von Winkler[1]) und Rauber[2]) ein. Beide nahmen an, dass die Milch durch aktive Auswanderung der weissen Blutkörperchen entsteht, ähnlich wie eine Eiterung mit Bluttranssudat. Rauber gibt aber zu, dass aus dem Drüsenepithel eventuell Enzyme kommen, welche den Zerfall der weissen Blutkörperchen (Lymphocyten) verursachen.

Die Filtrations- und Diffusionstheorie kann man folgendermassen kurz charakterisieren: Die Milch befindet sich präformiert im Blute und ist ein Filtrations- resp. Diffusionsprodukt des Blutes durch das Milchdrüsenepithel.

2. Die Zellenzerfallstheorie.

Sie entstand im Anschluss an Virchow's Zellenpathologie. Man war bestrebt, zu zeigen, dass die Drüsenzellen durch fettige Degeneration, also durch Zerfall des eigenen Zellenleibes das Sekret liefern. Eine solche Funktion wurde auch für die Talgdrüsen erwiesen. Als nun Voit die grossartige Entdeckung machte, dass Fett aus Eiweiss im Tierkörper entstehen könne, gelangte er zur Ueberzeugung, die Entstehung der Milch auf analoge Weise wie die Entstehung des Talgdrüsensekretes erklären zu können. In seiner Arbeit „Ueber die Fettbildung im Tierkörper“[3]), welche ein reichhaltiges und ausgezeichnetes Beweismaterial aufweist, sagt er mit grösster Sicherheit: „Die grössere und bessere Drüse wirkt nicht so, dass sie wegen ihrer grösseren Oberfläche mehr Milchbestandteile aus dem Blute durchtreten lässt, sondern die Milchdrüse bereitet in ihren Zellen als Werk-

---

[1]) Archiv für Gynäkologie XI. 1877. S. 294.

[2]) Rauber: Ueber den Ursprung der Milch. Leipzig. 1879.

[3]) Zeitschrift für Biologie. V. Band. 1869. S. 79—169.

stätte den Saft, den wir Milch nennen oder noch besser, die Milch ist geradezu das aufgelöste Organ.“ Und an einer anderen Stelle: „Die Milch ist nicht das Produkt der Drüsen, sondern die aufgelöste Drüse selbst.“ Dieser Theorie huldigten noch insbesondere Meyer[1]), Kolesnikov[2]), Schmid[3]), Will[4]), Langer[5]), Kölliker[6]), Krause[7]), Reinhardt[8]), Virchow[9]), de Sinéty[10]), Buchholz[11]) etc.

Durch die Zellenzerfallstheorie kommt die grössere Wichtigkeit der Milchdrüse selbst zu und dem Blute wird nur die Aufgabe der Nahrungszufuhr zugeteilt. Es muss hier noch hervorgehoben werden, dass nicht die Drüsenzellen selbst, sondern das Drüsenzellenbildungsgewebe die Hauptrolle spielt; man muss aber dieser Theorie sofort den Vorwurf machen, dass dieses Gewebe damals soviel wie unbekannt war. Talma glaubte, dass sich die Drüsenzellen aus dem Bindegewebe entwickeln.[12]) Will hingegen unterschied Mutter- und Tochterzellen. Die Milch entsteht durch die Auflösung der „gereiften“ Mutterzellen.[13])

Die schwachen Seiten dieser Theorie sind folgende:

1. Die Milchdrüsenzellen müssten durch ihre Neubildung und durch ihren Zerfall $2^1/_2$ mal soviel organische Substanz täglich produzieren, als das Gewicht der organischen Substanz der ganzen Milchdrüse (inkl. Bindegewebe, Fett, Gefässe, Nerven etc.) beträgt (Heidenhain[14]). Eine solche enorme Zellenregenerationsfähigkeit ist nahezu undenkbar und findet selbst bei dem in höchstem Masse regenerationsfähigen blutbildenden Gewebe kein Analogon.

---

[1]) Mitteilung der naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Zürich. I. 1849. II. Heft. S. 71.

[2])—[11]) Zitiert von Rauber in: „Ueber den Ursprung der Milch.“ Leipzig. 1879.

[12]) Zitiert von Bizzozero in Virchow's Archiv 1887. Bd. 110. S. 192.

[13]) Will: Ueber die Milchabsonderung. Akademische Festschrift. Erlangen 1850.

[14]) Heidenhain in Hermann's Physiologie der Absonderungen. Leipzig. 1883 S. 394.

2. Konnte man niemals bei normaler Sekretion ein mehrschichtiges Epithel oder Teilungsvorgänge der Drüsenzellen sehen.

3. Kann die Zellenzerfallstheorie die Verschiedenheit der Colostrummilch und der gewöhnlichen Milch nicht erklären, obwohl sie sich gerade darauf stützt, dass die Milch auf analoge Weise wie das Colostrum entstehe.

4. Kann durch diese Theorie nicht erklärt werden, wieso sich auch Nahrungsfette in der Milch anscheinend unverändert vorfinden können.

Die Errungenschaft ist also nur eine beschränkte und lässt sich mit Voit's Worten am besten wiedergeben: „Die Grösse der Milchabsonderung ist zunächst und vor allem abhängig von der Brustdrüse.“[1]) Die Bedeutung der Blutflüssigkeit wird also auf die zweite Stelle zurückgedrängt.

3. Die Drüsenzellenfunktionstheorie.

Als deren Vorkämpfer muss man schon den ausgezeichneten Physiologen Johannes Müller bezeichnen. In seinem Werke: „De glandularum secernentium structura . . . Lipsiae 1830“, spricht er die Ansicht aus, dass die lebende Substanz der Drüsenwandungen die Sekretion bewerkstelligt und dass die Natur des Sekretes von der Natur dieser lebenden Substanz abhängig ist. Diese lebende Substanz kann bei derselben Anordnung der Blutgefässe eine ihrer Natur nach verschiedene sein. Seine Lehre richtete sich hauptsächlich gegen Malpighi's mechanische Filtrationstheorie. Sehr beachtenswert ist noch Folgendes: Johannes Müller unterscheidet bei der Produktion des Sekretes zwei Prozesse:

1. Die Ausscheidung bereits im Blute präformierter Stoffe (Excretio).

---

[1]) Zeitschrift für Biologie. V. Bd. 1869. S. 135.

2. Die Ausscheidung von der Drüse selbstgebildeter Stoffe (Secretio).

Joh. Müller hat also die Bedeutung des Blutes auch an die zweite Stelle gesetzt, doch mit der Betonung, dass bereits präformierte Stoffe im Blute zur Milchbildung wesentlich beitragen.

Sehr ähnliche Anschauungen vertreten Heidenhain und Partsch[1]), welche die Drüsenfunktionstheorie zu ihrer heutigen Höhe und ihrem jetzigen Stand ausbauten.

Sie stützen ihre Anschauungen auf den mikroskopischen Befund bezüglich des Verhaltens der Drüsenzellen während und nach der Sekretion. Die in lebhafter Sekretion befindlichen Zellen sind vergrössert und ragen mit ihrem von Inhalt strotzenden Leib in die Höhle der Alveolen hinein. Nach der Ausstossung des Sekretes flachen sie sich ab und wachsen dann wieder allmählich an. Heidenhain fügt seiner Lehre der Drüsenfunktion noch folgende Hypothese an[2]): Nach dem verschiedenen Verhalten bezüglich der Absonderung der Flüssigkeit und der Salze gegenüber der Absonderung von organischer Substanz müssten zwei verschiedene Prozesse angenommen werden:

1. Die eigentliche Flüssigkeitsabsonderung.

2. Die Bildung und Absonderung der organischen Sekretionsbestandteile.

Zu diesem Zwecke sind aber zwei verschiedene Klassen von Nervenfasern notwendig, die er als sekretorische und trophische Nervenfasern bezeichnet und unterscheidet.

Bisher wurden aber trotz der grössten Bemühungen vieler Forscher wie Winkler[3]), Röhrig[4]), Rauber[5]) etc. keine spezifischen Drüsennerven entdeckt. Die von Röhrig

---

[1]) Breslauer Aerztliche Zeitschrift 1879. Nr. 20. S. 197. C. Partsch: Ueber den feineren Bau der Milchdrüse.

[2]) Heidenhain in Hermann's Physiologie der Absonderungen. Leipzig. 1883. S. 51.

[3]) Archiv für Gynäkologie XI. 1887. S. 301.

[4]) Virchow's Archiv. Bd. 67. 1876. S. 128.

[5]) Rauber: Ueber den Ursprung der Milch. Leipzig. 1879.

gefundenen rami glandulares ziehen zu den glatten Muskelfasern der Gänge, der ramus papillaris zur Zitze und haben diese Nervenäste höchstens einen reflektorischen Einfluss auf die Gefässnervenfasern der Drüsen.

Aus diesem Grunde muss man bei der Zusammenfassung der wertvollsten Resultate über die Milchdrüsensekretion die Berechtigung der Hypothese Heidenhain's anzweifeln. Die Milchdrüsenfunktionstheorie erfreut sich aber trotz dieser Hypothese bereits einer allgemeinen Anerkennung. Sie hat sich indessen mit den folgenden Tatsachen der anderen Theorien noch nicht endgiltig abgefunden:

1. Mit der Tatsache, dass sich in der Milch Stoffe vorfinden, die bereits im Blute präformiert sind.

2. Mit der Bildung der Colostrummilch.

3. Mit dem Umstand, dass die Ausscheidung der Milchflüssigkeit und der Salze nicht unter jeder Bedingung parallel mit der Ausscheidung der organischen Bestandteile schreitet (ohne Rücksicht auf Heidenhain's Hypothese).

4. Mit der gelegentlichen Erscheinung weisser Blutkörperchen in der Milch.

Dagegen sprechen folgende sehr gewichtige Umstände für die Drüsenzellenfunktionslehre:

1. Die mikroskopischen Bilder der funktionierenden und ruhenden Drüse.

2. Die Produktion neuer Stoffe, die sich im Blute nicht vorfinden und die verschiedene Zusammensetzung des Salzgehaltes der Milch gegenüber dem des Blutes.

3. Die Einschichtigkeit des Drüsenepithels.

Die folgende Zusammenfassung soll nun die Aufgabe haben, die früher angeführten scheinbar widersprechenden Tatsachen mit den soeben angeführten nnd sehr gewichtigen Tatsachen in Einklang zu bringen.

Bevor die Milchdrüsenzellen ihre spezifische Funktion erlangt haben, waren sie indifferente Zellen, welche zu ihrer Ernährung Stoffe aufgenommen und die wertlosen Stoffwechselprodukte wieder ausgeschieden haben. Durch direkte

Anpassung, durch Zellenvariation und durch natürliche Zuchtwahl haben sie sich allmählich zu Milchdrüsenzellen differenziert. Durch diese Differenzierung haben sie die Funktion bekommen, aus dem Blute der Mutter Stoffe zu übermitteln und zu bereiten zum Zwecke der postembryonalen Ernährung des Kindes. Das Teleologische, nämlich die Erfüllung des bezeichneten Zweckes, kam erst durch direkte Anpassung und durch natürliche Zuchtwahl hinzu, wie das bei jeder differenzierten Zelle im Zellverbande der Fall ist. Die Aufsaugungszellen des Darmkanales spielen dieselbe Rolle für das Individuum (Nahrungsübermittlung), welche die Milchdrüse für die Art spielt. Nach dem heutigen Stande der Zellenfunktionslehre darf man aber durchaus nicht glauben, dass die Drüsensekretionszellen oder die Aufsaugungszellen des Darmkanales irgend eine Funktion ausüben würden, die nicht ihr eigenes Lebensbedürfnis wäre. Die Differenzierung ist die Ursache, dass spezifische Funktionen das Lebensbedürfnis der Zellen werden. Man muss also folgern: Jede Aufnahme von Stoffen, jede Produktion von Stoffen und jede Uebermittlung, sei es im Blute schon präformierter oder von der Drüse selbst produzierter Stoffe, ist Lebensfunktion und Lebensbedürfnis der Drüsenzelle. Deshalb können auch diese Funktionen nicht über die Funktionskraft der Drüsenzelle hinausgehen. Die Funktionskraft der Drüsenzelle ist das Maximalmass ihrer Sekretion.

Es soll nun versucht werden, die Funktionskraft[1]), soviel als möglich, anschaulich zu machen. Wenn wir an Johannes Müller's und Heidenhain's Unterscheidungen teilweise anknüpfen, dann können wir folgende Teilfunktionen der Milchdrüsenzellen unterscheiden:

a) Die Aufnahme von Stoffen.
b) Der Transport im Blute präformierter Stoffe.
c) Die Produktion neuer Sekretionsstoffe.
d) Die Abgabe der Sekretionsstoffe.

[1]) Man könnte diese Funktionskraft Zellenvirulenz oder Zellenkonstitution nennen.

a) Die Aufnahme von Stoffen.

Wir wollen uns hier vorläufig mit den Gesetzen der Membrandiffussion begnügen und ich verweise betreffs des Näheren darüber auf diesbezügliche Fachbücher. Betonen will ich nur Folgendes: Die Maximalhöhe der Stoffaufnahme ist unter anderem hauptsächlich von der chemischen Natur des Zelleninhaltes abhängig. Die Geschwindigkeit der Aufnahme einzelner differenter Stoffe ist auch eine verschiedene je nach der chemischen Natur des Zelleninhaltes. Es erklärt sich hieraus ohne weiteres, warum der Salzgehalt des Milchsekretes anders zusammengesetzt ist als der Salzgehalt des Blutes. Man kann also hier folgern: Das Maximalmass der Aufnahme von Stoffen ist von der Natur des Zelleninhaltes abhängig. An dieser Stelle erlaube ich mir auf eine ganz neue und äusserst interessante Anschauung über die Stoffaufnahme in das Blutgefässsystem hinzuweisen. Nach Dr. A. Plehn[1]) kann man die Flüssigkeitsaufnahme aus dem Darmkanal und aus dem Zellenzwischengewebe in das Blut nicht durch Filtrationsvorgänge erklären. Der Stoffaustausch wird vielmehr durch eine aktiv sekretorische bezw. resorptive Tätigkeit der Blutkapillarendothelien vermittelt. (Das Blutgefässsystem besitzt also eine selbständige Regulation der Konzentration und der Bestandteile der Blutflüssigkeit.) Diese Annahme Plehn's ist für das Verständnis der Stoffaufnahme der Drüsenzellen sehr wertvoll. Wenn nämlich das Blut seine Stoffaufnahme nur durch eine aktive Tätigkeit der Kapillarendothelzellen reguliert, dann muss man annehmen, dass diese Endothelien auch bei der Abgabe eine ähnliche Rolle spielen. Die Aufnahme von Stoffen durch die Drüsenzellen müsste dann durch Vermittlung der Kapillarendothelzellen stattfinden. Die ausserordentlich reichliche Umflechtung der Alveolen mit Gefässkapillaren spricht sehr für diese Anschauung. Der Unterschied zwischen der Stoff-

[1]) Deutsches Archiv für klinische Medizin. 1907. Bd. 91. 1. und 2. Heft.

aufnahme der Milchdrüse und der Stoffaufnahme der Placenta würde dann nur in einer spezifischen Stoffaufnahmefunktion der Drüsenzellen zu suchen sein. Man könnte auf diesen Zusammenhang noch tiefer eingehen, doch es genügt, an dieser Stelle gezeigt zu haben, dass jede Stoffaufnahme und Stoffabgabe zwischen den Geweben, durch aktive Zellentätigkeit vermittelt wird. Es geht daraus das schon früher Gesagte hervor, nämlich, dass die Maximalhöhe der Stoffaufnahme von der Funktionskraft der Zellen abhängig ist.

b) Der Transport im Blute präformierter Stoffe.

Hier dürfen wir uns mit der Analogie der Aufsaugungszellen im Darmkanal und besonders mit der Analogie der Transportfunktion der roten Blutkörperchen begnügen. Die Aufsaugungszellen des Darmkanals haben bekanntlich die Funktion, aus dem Darmkanal Stoffe aufzunehmen, um sie an andere Zellen durch Vermittlung des Blutes abzugeben. Die roten Blutkörperchen vermitteln den Transport des Sauerstoffes an andere Zellen und nach Ehrlich's Theorie haben sie auch sehr wahrscheinlich noch andere bisher unbekannte Nahrungsaufspeicherungs- und Nahrungstransportfunktionen[1]). Die blosse Funktion des Transportes bedingt auch einen Energieverbrauch und kann über die verfügbaren Kräfte nicht hinausgehen. Deshalb ist auch die Maximalhöhe des Transportes der im Blute präformierten Stoffe von der Funktionskraft der Milchdrüsenzellen abhängig. Als Beispiel will ich die Aufnahme und den Transport im Blute schon vorhandener Fette nehmen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Fette zum Teil im verseiften Zustande von den Milchdrüsenzellen aufgenommen werden. Die Tätigkeit der Milchdrüsenzellen wird nun darin bestehen, die ver-

---

[1]) Notnagel's Spezielle Pathologie und Therapie. Wien 1901. Bd. VIII. 4. Teil. Seite 178.

seiften Fettstoffe rückzubilden und mit den übrigen Sekretionsprodukten auszustossen. Winkler[1]), welcher der Leukocytenzerfallstheorie huldigte, schrieb dem Drüsenepithel eigentlich nur diese einzige Funktion zu. Es ist nun verständlich, wie bereits im Blute präformierte Fette durch eine Leistung der Drüsenzellen ausgeschieden und umgebildet werden können, und dass diese Leistung von der Funktionskraft der Drüsenzellen in erster Linie abhängig ist.

c) Die Produktion neuer Sekretionsstoffe.

Dass die Produktion neuer im Blute noch nicht vorhandener Stoffe einzig und allein von der Funktionskraft der Milchdrüsenzellen abhängig ist, ist ohne weiteres verständlich und ich kann mich diesbezüglich kurz fassen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die (spezifischen) Milchfette aus Eiweiss und aus Kohlehydraten in der Milchdrüse gebildet werden. Das erstere haben Voit[2]), Pettenkofer[2]), Kühn[3]), Weiske[4]), Subotin[5]) und Simon[6]) nachgewiesen, die zweite Annahme wurde neuerdings durch Versuche unter der Leitung O. Kellner's[7]) sehr wahrscheinlich gemacht. Es ist möglich, dass die Milchdrüsenzellen durch ihre spezifische Funktion dieselben Fette aus Eiweiss und Kohlehydraten bilden können, welche sich bereits in der Nahrung präformiert vorfinden. Es könnte dies hauptsächlich bei Fleischfressern zutreffen. In diesem Falle würden dieselben Fette durch verschiedene Zellenfunktionen gebildet werden und es würden auch die Funktionsgrössen andere Maximalhöhen

---

[1]) Archiv für Gynäkologie XI. Bd. 1877. S. 295.
[2]) Zeitschrift für Biologie. V. S. 139. 1866 u. Bd. V. S. 79—169. 1869.
[3]) Journal für Landwirtschaft. 1876. S. 381—389.
[4]) Journal für Landwirtschaft. 1878. S. 447.
[5]) Archiv für pathologische Anatomie. 1866. XXXVI. S. 569.
[6]) Handbuch der medizinischen Chemie. Berlin. 1846.
[7]) Bericht der Landwirtschaftsgesellschaft. 1907. O. Kellner.

haben als die früher erwähnte Transportfunktion. Aus alledem geht aber auch hervor, dass die Steigerung des Fettes, des Eiweisses oder der Kohlehydrate in der Nahrung nicht immer einen entsprechenden Effekt bei der Milchsekretion hervorrufen wird, weil die Maximalhöhe für die verschiedenen Drüsenzellenfunktionen eine verschiedene ist.

Was die Bildung des Caseïns anbelangt, so ist gegen die Drüsenzerfallstheorie hervorzuheben, dass es nicht notwendig ist, dass der Kern zerfällt, sondern dass es genügt, wenn er bei der Funktion zugegen ist und wenn entsprechendes Bildungsmaterial zur Verfügung steht. Bizozzero[1]) stellt die Möglichkeit auf, dass das Chromatin zur Caseïnbildung auf dieselbe Weise von dem Kern produziert wird, wie die Nebenkerne entstehen. Er betont, dass der Kern, „wenn er auch diese Substanz liefert, dabei nicht zerstört wird". Nach den Untersuchungen Lehmann's[2]) und Kemmerich's[3]) ist es aber auch glaubwürdig gemacht worden, dass das Caseïn auch ausserhalb der Milchdrüsenzellen z. B. in den Milchgängen und Milchalveolen entstehen kann und in diesem Falle würde die Produktion des Caseïns die Funktionskraft der Drüsenzelle überschreiten können. Wenn man aber bedenkt, dass das Caseïn auch ausserhalb der Drüsenzellen aus dem Albumin und aus den phosphorhaltigen Bestandteilen, die von der Drüsenzelle ausgeschieden werden, gebildet wird, dann ist der obengenannte Einwand nur scheinbar. Er zeigt vielmehr an, dass die Drüsenzellenfunktion tatsächlich aus Teilfunktionen besteht, und dass sich diese Teilfunktionen auch ausserhalb der Drüsenzellen abspielen können, wie sich z. B. die Alkoholbildung durch Zymase ausserhalb des Zellenleibes der Gärungserreger vollziehen kann, wenn nur das Material zu einer solchen Reaktion zugegen ist. Es ist kein zu vager Schluss, wenn ich jetzt sage, dass die Drüsenzelle für jede ihrer Teil-

[1]) Virchow's Archiv. Bd. 110. S. 201. 1887.

[2]) Lehrbuch der physiologischen Chemie. 2. Aufl. S. 181.

[3]) Zentralblatt f. d. mediz. Wissenschaften. 1866. Nr. 30. S. 465.

funktionen eine Maximalhöhe hat und dass die Teilfunktionen nicht eine für die andere vicariieren können, wenigstens nicht ohne Veränderung der Differenzierung der Drüsenzellen. Dass aber solche Veränderungen vorkommen können, welche man mit Zellenvariation benennen dürfte, ist auf der Basis der Entwicklungslehre ohne weiteres verständlich. An dieser Stelle dürfen wir uns aber damit begnügen, dass die Drüsenzelle für jede ihrer Teilfunktionen eine Maximalhöhe hat, welche ihrer Funktionskraft und jeweiligen Differenzierung entspricht.

d) Die Ausscheidung der Sekretionsstoffe.

Die Ausscheidung der Sekretionsstoffe ist das unmittelbare Mass der Drüsenfunktionen und es ist nicht nötig, hervorzuheben, dass dieses Mass mit den Teilfunktionen parallel geht. Wie die Ausscheidung vor sich geht, ist noch nicht genügend bekannt. Mit Heidenhain dürfen wir annehmen, dass die Sekretionsstoffe periodisch, je nach der Füllung der Drüsenzellen ausgestossen werden. An einer früheren Stelle wurde bereits erwähnt, dass die Ausscheidung von Salzen nicht immer und unter jeder Bedingung mit der Ausscheidung der organischen Bestandteile parallel schreitet. Durch Verstärkung der Nervenreizungen wurde bei der Submaxillaris und bei der Parotis gefunden, dass sich der Salzgehalt noch immer weiter vermehrt, während der Gehalt an organischer Substanz des Sekretes nicht mehr ansteigt, ja vielmehr sinkt.[1]) Heidenhain erklärt diesen Umstand durch die Hypothese der zwei verschiedenen Klassen von Nervenfasern. Da wir diese Hypothese bei unserer Zusammenfassung vermeiden wollten, so genügt hier die Feststellung, dass auch Heidenhain zwei verschiedene Teilfunktionen der Drüsenzellen unterscheidet: erstens „die

[1]) Hermann's Physiologie der Absonderungen. Leipzig. 1880. S. 50.

eigentliche Flüssigkeitsabsonderung", zweitens „diejenigen Prozesse, welche in den Drüsenzellen ablaufend die Bildung und Absonderung der organischen Sekretbestandteile veranlassen".[1]) Da der Produktionsprozess der organischen Sekretionsstoffe ein viel komplizierterer sein dürfte, als die einfache Transportfunktion von Flüssigkeit und Salzen, so kann man auch annehmen, dass diese Funktionen eine sehr verschiedene Maximalhöhe besitzen werden, und, was auch speziell hervorzuheben ist, einen sehr verschiedenen Höhepunkt der Funktionsermüdung haben werden. Hiermit ist die Funktionskraft der Drüsenzellen ohne neue Hypothesen zur Anschaulichkeit gebracht worden.

Wenn wir nun diese der Anschaulichkeit wegen nur in sehr groben Zügen aufgestellten Teilfunktionen betrachten, dann finden wir, dass die Milchdrüse in der Art und Weise der Stoffaufnahme und der Stoffübermittlung (Transport) sehr viel Berührungspunkte mit der Placentafunktion aufweist; mit den Teilfunktionen der Produktion organischer Stoffe und der Ausscheidung aller Sekretionsstoffe kommt sie hingegen echten Drüsenzellen ganz gleich. Man hat übrigens ein viel besseres Analogon als es die Talgdrüsen sind, für die Milchdrüse gefunden, nämlich die Harder'sche Drüse. Nach Wendt zeigt die Rosapartie dieser Drüse „eine augenscheinliche Verwandtschaft ihrer zelligen Bestandteile mit denjenigen der Milchdrüse im Stadium der Laktation".[2])

Behufs Vervollkommnung unserer Zusammenfassung muss auch noch der Unterschied des Colostrums und der Milch besprochen werden. Hätte man die Entstehung der Colostrummilch und die Entstehung der eigentlichen Milch so auseinandergehalten, wie man die verschiedene Beschaffenheit derselben auseinanderhält, so wäre es niemals zu einer Drüsenzellenzerfallstheorie gekommen.

---

[1]) Hermann's Physiologie der Absonderungen. Leipzig 1880. S. 51.

[2]) Wendt: Ueber die Harder'sche Drüse der Säugetiere. Strassburg. 1877.

Stricker gebührt das Verdienst, zuerst auf jenen Unterschied hingewiesen zu haben[1]) und es war das der erste Schritt zur heutigen Drüsenzellenfunktionstheorie. Man sieht nämlich tatsächlich bei der Colostrummilchbildung Zellenteilung und Bilder der Caryokynese (Bizozzero[2]), wie es die Anhänger der Drüsenzerfallstheorie beschrieben haben, man sieht auch Zellenzerfall mit allen Uebergangsstufen des Zellenkörpers zum Colostrumkörperchen, wie sie Reinhardt[3]) beschrieben hat. Aber alle diese Erscheinungen verschwinden allmählig und parallel mit dem Uebergang der Colostrumbildung zur eigentlichen Milchsekretion. Wenn also die mikroskopischen Bilder des Drüsenepithels und das Sekretionsprodukt gleichzeitig verschiedene sind, dann muss man annehmen, dass auch die Funktionen, also die Colostrumbildung eine verschiedene ist von der Milchbildung. Es ist also unberechtigt, wenn Nasse und Henle sagen: „Es lässt sich nach der Analogie anderer Absonderungsprozesse im Voraus annehmen, dass die Sekretion der Milch in ihrer Blüte auf keinem anderen Wege vor sich gehen kann als in ihrem Anfang".[4]) Die Colostrumbildung ist der Involutionsprozess der Milchdrüse vor jeder Laktation, die Milchsekretion ist die Funktion der neugebildeten Milchdrüsenzellen.

Nach unserer Zusammenfassung ist die normale Milchsekretion also in erster Linie von der Funktion der Drüsenzellen abhängig. Diese kann aber folgendermassen beeinflusst werden:

1. Durch Erhöhung der Funktionskraft (Zellenvirulenz).
2. Durch Veränderung der Drüsenfunktion (Zellenvariation).

---

[1]) Sitzungsberichte d. K. Akademie der Wissenschaften. Wien. 1866. Bd. 53.

[2]) Virchow's Archiv. 1887. Bd. 110.

[3]) Virchow's Archiv. 1847. I. S. 52—64.

[4]) Zitiert von Will: Ueber die Milchabsonderung. Akademische Zeitschrift. Erlangen. 1850.

Die erstere wird durch Uebung und Ernährung herbeigeführt, die zweite durch Zuchtwahl der Tiere mit der gewünschten Milchqualität. Man kann auch annehmen, dass die Funktionskraft der Drüsenzellen nur in Bezug auf einzelne ihrer Teilfunktionen erhöht wird, in Bezug auf die anderen hingegen auf derselben Höhe verbleibt oder sinkt. In diesem Falle würde die Gesamtfunktion der Drüsenzellen denselben Effekt aufweisen wie eine Zellenvariation. Nach der Theorie der direkten Anpassung, welche jede Variation durch veränderte äussere Bedingungen (in Bezug auf die Zellen) erklärt, kann Zellenvariation und Erhöhung der Teilfunktionen der Zellen (Virulenzänderung) allerdings überhaupt nicht mehr auseinandergehalten werden. Die letztere ist immer der Anfang einer Zellenvariation.

Da die Ernährung durch das Blut vermittelt wird, so kann nur durch das Blut eine direkte Einwirkung veränderter Bedingungen auf die Milchdrüsenzellen stattfinden. Eine zweite sehr wichtige direkte Einwirkung bedingt die Uebung der Milchdrüse, doch setzt auch diese eine entsprechende Bluternährung voraus.

Aus diesem Grunde müssen wir die Ernährung der Milchdrüsenzellen durch das Blut einem eingehenden Studium unterziehen. Wie schon bei der Besprechung der Diffusionstheorie erwähnt wurde, hat Claude Bernard mit sehr glücklichen Versuchen dargetan, dass die Sekretion der Drüsenzellen immer durch Erweiterung der Gefässlumina und durch Beschleunigung des Blutstromes in den Drüsenkapillaren eingeleitet wird. Wenn nämlich der zerebrale Absonderungsnerv der Submaxillaris gereizt wird, erweitern sich die Drüsenkapillaren derart, dass die Arterienpulsation bis in die Venen übertritt und es entströmt den Venen hellrotes arterielles Blut (le sang devient rouge et est lancé par la veine, selon un mode de pulsation identique a celui que présente les artéres.[1]) Diese Erscheinung wird von einer

[1]) Gaz. méd. de Paris. 1858. S. 428.

lebhaften Drüsensekretion begleitet. Hingegen bewirkt die Reizung des Sympaticus eine Verengerung der Gefässe, welche den Blutstrom behindert und sogar gänzlich zum Stillstand bringen kann (la quantité de sang, qui sort de la veine diminue et devient de plus en plus noire; a un certain moment même il n'ya bientôt d'écoulement.[1]) Die Drüsenfunktion wird auch entsprechend verlangsamt oder bis zum völligen Stillstand gebracht. Heidenhain erklärt diese Erscheinung dadurch, dass durch mangelhafte oder gänzlich ausbleibende Nahrungszufuhr durch das Blut auch die Funktion der Drüsenzellen entsprechend beeinflusst werden muss und dass insbesondere der Sauerstoffmangel die Drüsenzellen geradezu „anämisieren" kann und somit eine weitere Funktion unmöglich macht.[2])

Bei der Milchdrüse hat diese Versuche noch viel umfangreicher Röhrig ausgeführt.[3]) Durch Reizungen der vasomotorischen Nerven der Brustdrüse hat er ähnliche Resultate bekommen wie Claude Bernard bei seinen Versuchen der Nervenreizung der Submaxillaris und Parotis. Er sagt diesbezüglich, dass die vasomotorischen Nerven, welche Lumenveränderungen der Blutgefässe in der Brustdrüse ermöglichen, „jedenfalls für den Gang der quantitativen Milchabsonderung von dem grössten Belang sind, ihre Durchschneidung und Reizung vermag weitaus die grössten Schwankungen der Sekretion zur Anschauung zu bringen".[4]) Weiterhin sagt er: „Wenn man das einzige, die Drüse, mit Blut versorgende arterielle Gefäss, die Arteria pudenda externa abklemmt, bleibt die Absonderungsvermehrung aus, welche sonst durch die Reizung des Ramus medius herbeigeführt wird". Röhrig schliesst daraus, dass der Ramus medius (Nervus glandularis) nur das Auspressen der gebildeten Sekrete aus den Alveolen durch Innervation

[1]) Gaz. méd. de Paris. 1858. S. 428.
[2]) Hermann's Physiologie der Absonderungen. 1880. S. 46 u. 393.
[3]) Virchow's Archiv. 1876. Bd. 67. S. 119.
[4]) Virchow's Archiv. 1876. Bd. 67. S. 134.

der glatten Muskelfasern der Drüsengänge bewirkt. Auf die Drüsenzellen selbst habe er gar keinen Einfluss.[1]) Aus diesem Versuch Röhrig's kann aber nicht ohne weiteres auf die Funktion dieser Nervenfasern geschlossen werden, weil durch das Abklemmen der Arterie die Nahrungszufuhr aufhört und da kann auch ein spezifischer Drüsennerv nicht mehr Drüsenfunktion anregen. Ich finde in diesem Versuche Röhrig's einen ganz anderen Beweis, der mir für die Art der Ernährung der Milchdrüsenzellen wichtig scheint. Dieser Beweis besteht darin, dass die Lymphgefässe bei der Ernährung der Drüsenzellen nicht direkt teilnehmen (wie das Rauber's Theorie vertritt[2]), weil man sonst bei der Abklemmung der Arterie noch einen Effekt dieser Ernährung sehen müsste. Die Blutflüssigkeit vermittelt also einzig und allein die Ernährung der Drüsenzellen.

Röhrig hat seine Ergebnisse noch mit anderen Experimenten befestigt. Er untersuchte die Einwirkung spezifischer Stoffe, die den Blutdruck erhöhen, auf den Gang der Milchsekretion. Die Resultate sind folgende: Strichnin verengert sehr die Gefässe und erhöht den Blutdruck ausserordentlich. Die Milchsekretion steigt demgemäss sehr rapide bis zu einem Höhepunkt (wo nach Grützner die Kapillaren so eng werden, dass die nötige Blutmenge nicht mehr durchfliessen kann.[3]) Coffëin und Digitalin erhöhen auch die Milchsekretion, aber in verhältnismässig geringerem Masse. Sehr gross ist die Wirkung des Jaborandigiftes. Die Antagonisten dieser Stoffe, welche den Blutdruck vermindern, wie Chloralhydrat, Bromkalium und Atropin führen hingegen eine Verlangsamung der Milchsekretion herbei.[4])

Diese Experimente scheinen dazu geeignet zu sein, Heidenhain's Drüsenzellenfunktionstheorie zu erschüttern und die Diffusionstheorie wieder wachzurufen. Aus den fol-

---

[1]) Virchow's Archiv. 1876. Bd. 67. S. 132.
[2]) Rauber: Ueber den Ursprung der Milch. Leipzig. 1879.
[3]) Pflüger's Archiv. Bd. XI.
[4]) Virchow's Archiv. 1876. Bd. 67. S. 135.

genden Betrachtungen wird sich aber ergeben, dass sie nicht die Theorie bedrohen, sondern bloss Heidenhain's Hypothese spezifischer Drüsennervenfasern, auch von einer anderen Seite betrachtet, überflüssig machen.

Es ist nämlich ohne weiteres verständlich, dass die Drüsenzellen durch Erhöhung der Nahrungszufuhr auch eine Erhöhung der Funktionen erfahren werden. Durch Kapillargefässerweiterung und durch Steigerung des Blutdruckes wird die Erhöhung der Nahrungszufuhr eben bewirkt. Die Steigerung der Drüsensekretion kann aber nicht durch diese Mittel bis ins Unendliche fortgesetzt werden, sondern die Maximalhöhe der Funktionskraft der Drüsenzellen und die Drüsenzellenermüdung setzen ihr ein Ziel. Die Hypothese spez. Drüsennervenfasern ist aber überflüssig, weil diese Nervenfasern die Drüsenzellen auch nicht über ihre Funktionskraft hinaus zur Tätigkeit anregen könnten. Es zeigen die angeführten Versuche vielmehr, dass die Drüsensekretion nur durch die Nahrungszufuhr der Blutflüssigkeit unter der Grenze der Maximalleistung beeinflusst werden kann. Dafür genügen vollkommen die Gefässnervenfasern, welche die Kapillargefässe erweitern oder den Blutdruck erhöhen.

Die Ernährung der Drüsenzellen wird also beeinflusst:

1. Durch die Blutmenge, welche in einer Zeiteinheit die Drüsenkapillaren durchfliesst.

2. Durch die Beschaffenheit dieser Blutmenge.

Die erstere ist abhängig von der Funktion der vasomotorischen Nerven, die zweite von der Menge und Beschaffenheit der im Blute befindlichen Nährstoffe und von der Menge und Beschaffenheit der im Blute aufgeschwemmten geformten Körperchen. Hierher gehören die Erythrocyten, Leukocyten, die Lymphocyten und die noch sehr unbekannten Blutplättchen.

Es wurde bereits an einer Stelle erwähnt, dass Ehrlich den Erythrocyten eine viel umfangreichere Funktionsrolle zuschreibt als die blosse Sauerstoffversorgung. Seiner Theorie

gemäss sollten die roten Blutkörperchen die Aufspeicherung und den Transport der für die Zellen lebenswichtigsten Nährstoffe besorgen.[1]) Man könnte sich hier sehr leicht in zuweitgehende theoretische Betrachtungen vertiefen. Man könnte z. B. aus Ehrlich's Theorie weiterfolgern, dass es für die Ernährung der Drüsenzellen nicht gleichgiltig ist, ob die Nahrungsstoffe im Blute aufgelöst oder an die Blutkörperchen gebunden sind. Für uns ist es aber hier nur wichtig, dass den Erythrocyten durch Ehrlich's Theorie eine so hohe Bedeutung zukommt. Wenn die Erythrocyten die Träger der wichtigsten Nährstoffe sind, so ist auch ihre Zahl von sehr grosser Wichtigkeit. Je grösser die Zahl der „Aufspeicherungszentren" (Ehrlich[2]), um so reichlicher wird auch die Ernährung sein. Für die Sauerstoffaufspeicherung der Erythrocyten ist dies erwiesen. Der Blutregulationsapparat besteht eben darin, dass durch rasches Anwachsen der Erythrocytenzahl dem eventuell eingetretenen Sauerstoffmangel der Zellen abgeholfen wird. Für die anderen Ernährungsstoffe wird das ganz sicher auch zutreffen, falls sie überhaupt durch die Erythrocyten übermittelt werden.

Eine hohe Erythrocytenzahl ist also nach Ehrlich's Theorie jedenfalls für eine erhöhte Funktion der Milchdrüsenzellen von grossem Einfluss. Dass den Erythrocyten noch eine andere höhere Bedeutung als die blosse Sauerstoffübermittlung bei der Drüsenfunktion zukommt, scheint mir noch aus Folgendem glaubwürdig zu sein: Nach Claude Bernard's Untersuchungen ist der Sauerstoff bei der intensivsten Drüsenfunktion immer im Ueberflusse vorhanden, weil das Blut wieder hellrot durch die Venenkapillaren zum Vorschein kommt. Es ist schon möglich, dass beim normalen Verlauf der Drüsenfunktion die Durchblutung der Kapillaren nicht so schnell vor sich geht, es zeigt aber immerhin dieser Versuch, dass Sauerstoff in überreichlicher

---

[1]) und [2]) Notnagel's Spez. Pathologie und Therapie. Wien. Bd. VIII. 4. Teil. S. 178.

Menge den funktionierenden Drüsenzellen zur Verfügung steht. Es wäre also denkbar, dass die anderen (von den Erythrocyten nach Ehrlich's Theorie) aufgespeicherten Stoffe auch in verhältnismässig grösserer Menge den funktionierenden Drüsenzellen dargeboten werden müssen. Nach der Drüsenzellenfunktionstheorie wäre dies eigentlich die einzige annehmbare Erklärung der Wirkung des beschleunigten Blutdruckes. Durch den höheren Blutdruck würden nämlich mehr Erythrocyten in der Zeiteinheit mit den Drüsenzellen in Berührung kommen können. Denselben Erfolg würde aber auch eine Erweiterung der Gefässkapillaren haben. Hier erlaube ich mir die Versuche von Kühne und Lea anzuführen.[1]) Beide haben sogar unter dem Mikroskope beobachtet, „dass bei den in Absonderung begriffenen Läppchen der Pankreas die Venen hellrotes, bei den ruhenden dunkles Blut führen. Die Kapillaren der letzteren waren so enge, dass ein einziges rotes Blutkörperchen den Querschnitt ausfüllte, bei den ersteren hingegen waren in den Kapillaren mehrere Blutkörperchen auf einmal zugegen".

Zu Gunsten Ehrlich's Theorie will ich aber auch noch eine klinische Beobachtung anführen, welche Ehrlich selbst nicht hervorgehoben hat. Bei allen Blutkrankheiten, wo eine weitgehende Blutkörperchenzerstörung oder Blutkörperchenverminderung vor sich geht, wie es bei den Anämien und einigen Leucämien der Fall ist, leidet auch der Ernährungszustand des Körpers sehr wesentlich. Bei der Chlorose hingegen, wo die Zahl der Erythrocyten fast nicht vermindert ist, erfreuen sich die Kranken einer sehr guten Ernährung. Es kommen sogar Gewichtszunahmen vor.

Ueber die Funktion der Leukocyten spricht sich Ehrlich diesbezüglich nicht aus. Es ist möglich, dass eine Arbeitsteilung stattfindet und dass auch die Leukocyten zur Ernährung der Zellen unmittelbar beitragen. Nach den

[1]) Zitiert von Heidenhain in Hermann's Physiologie der Absonderungen.

bekannten Leukocytenfunktionen ist es aber besser, anzunehmen, dass die Leukocyten viel mehr schädliche Stoffe von den Zellen abhalten, als nützliche zuführen. Dies würde sich mit der bekannten Polizeirolle dieser Blutkörperchen am besten vereinigen lassen. Es würde auch den Umstand erklären, dass sich viele weisse Blutkörperchen zur Zeit der Colostrumbildung in dem Epithelgewebe vorfinden, um die zerfallenen Drüsenzellenbruchstücke (aus dem Alveolengewebe) zu entfernen. Auch der Umstand, dass die Leukocytenmenge in der Milch parallel mit der Streptococcenmenge wächst, weist auf diese Rolle der Leukocyten hin.

Welche Rolle die Lymphocyten spielen, entzieht sich gänzlich einer Beurteilung. Jedenfalls sind sie bei der Ernährung der Drüsenzellen nicht unmittelbar beteiligt, worauf schon an einer früheren Stelle hingewiesen wurde. Die Bedeutung der Blutplättchen ist soviel wie gänzlich unbekannt.

Versuchsmethoden.

Ehrlich sagt in seiner Beschreibung der normalen und pathologischen Histologie des Blutes: „Es gibt keine Eigenschaft des Blutes, die so genau und vielfältig geprüft worden ist, als die Zahl der roten Blutkörperchen im mm^3 Blut".[1]) Das Gesagte bezieht sich hauptsächlich auf die Zählungsmethode mit der Thoma-Zeis'schen Zählkammer. Tatsächlich wurde die Verlässlichkeit dieser Zählungsmethode eigentlich nur ein einzigesmal in Frage gestellt und zwar wegen der vermeintlichen Wirkung des Luftdruckes bei Blutkörperchenzählungen im Höhenklima. Sonst wurde diese Zählungsmethode immer als die beste und bewährteste hingestellt und empfohlen. Mit dieser Methode wurde eine unendliche Reihe von Zählungen der Erythrocyten in pathologischen Fällen wie z. B. bei Anämie, Leucämie, Herzfehlern, Asthma, Tuberkulose und bei fast allen Infektionskrankheiten ausgeführt. Auch in rein physiologischen Fragen der Erythrocytenzahl, wie z. B. bei der Einwirkung des Höhenklimas, des Lichtmangels, der Verdauung, Schwangerschaft u. s. w., fehlt es an ausgiebigen Zählungen mit der Thoma-Zeis'schen Kammer nicht.

Die vom Verfasser ausgeführten Zählungen wurden auch mit der Thoma-Zeis'schen Zählkammer ausgeführt und zwar behufs Beurteilung einer rein physiologischen Frage. Verfasser ist dabei zu der Erfahrung gelangt, dass das grösste Zutrauen zu dieser Zählungsmethode durch die Geschicklichkeit der Handhabung erlangt wird. Durch gleichmässiges, reinliches und geschicktes Arbeiten, welches durch die be-

[1]) Notnagel's Spezielle Pathologie und Therapie. Bd. VIII. 2.

queme Handhabung dieses Zählapparates leicht ermöglicht ist, werden eventuelle Versuchsfehler auf ein Minimum reduziert. Ehrlich sagt von der Thoma-Zeis'schen Zählungsmethode: „Die Resultate dieser Zählungsmethode sind hinlänglich genau, indem sie nach den Arbeiten von R. Thoma und J. F. Lyon nur geringe Fehlerwahrscheinlichkeiten haben und zwar 5 % bei der Zählung von 200 Zellen, 2 % bei 1250, 1 % bei 5000, 0,5 % bei 20 000 gezählten Zellen".[1]) Verfasser hat in jedem Falle mindestens 1200 Blutkörperchen gezählt, dürfte also nach der Annahme von Thoma, Lyon und Ehrlich, welcher letztere selbst sehr viele Zählungen durchgeführt hat, auf einen Versuchsfehler von 2 % rechnen. Verfasser hat die Genauigkeit der Zählungen noch dadurch zu verschärfen gesucht, dass jedesmal mit zwei Zählkammern gezählt wurde. Jede Zählung war also eine Kontrolle der Versuchsfehlergrenze. Trotz dieser Kontrolle, und trotz der allgemein angenommenen Versuchsfehlergrenze nach Thoma und Lyon, hat sich Verfasser aus Rigorosität aber doch entschlossen, einen Versuchsfehler von 5 % bei 1200 gezählten Erythrocyten oder der Einfachheit halber eine halbe Million bei den berechneten Erythrocytenzahlen anzunehmen. Es finden sich nämlich in der Literatur vereinzelte Stimmen, welche für einen Versuchsfehler von 5 % bei 1200 gezählten Erythrocyten eintreten.

Gezählt wurden nur solche mit der Untersuchungsflüssigkeit beschickte Zählkammern, welche allen Vorschriften und Anforderungen vollkommen entsprachen. Es wurden also nur Präparate gezählt:

1. die gänzlich frei von Luftblasen, Unreinlichkeiten wie Staub u. s. w. waren;

2. wo die Blutkörperchen gut und gleichmässig auf der Zählfläche verteilt waren;

---

[1]) Notnagel's Spezielle Pathologie und Therapie. 1898. VIII. Bd.: Die Anämie. S. 4.

3. wo die Flüssigkeit nicht auf die Randplatte ausgegossen war;

4. wo die Newton'schen Ringe während der ganzen Zählung sichtbar waren.

Die Blutentnahme wurde am Ohre der Kühe gemacht, wobei man nicht bloss vollkommen antiseptisch, sondern, was ja damit im Zusammenhange steht, höchst reinlich vorgegangen ist. Die Ohren wurden geradeso wie bei dem klinischen Verfahren zuerst mit Alkohol, dann mit Aether und schliesslich mit trockener Watte, ohne einen Druck auszuüben, gut gereinigt. Das Blut wurde immer einer bestimmten Ohrvene entnommen, welche sich in der Nähe des unteren äusseren Ohrrandes befindet. Der Vorteil, dass man das Blut direkt aus einem grösseren Gefässe bekommt, ist ein sehr grosser. Erstens hat man dadurch die Sicherheit, dass man jedesmal ganz bestimmt nur venöses Blut vor sich hat. Oerum[1]) hat nämlich untersucht, welche Veränderung die Erythrocytenzahl durch die Passage in den Kapillaren erfährt. Er fand in den Ohrarterien und Ohrvenen eines Kaninchens folgende Unterschiede:

Arterie: 3 700 000 Erythrocyten.
Vene: 4 340 000 „

Zweitens ist man sicher, dass sich keine Gewebsflüssigkeit dem Blute beimischt, wie dies bei dem klinischen Anstechen der Fingerspitze der Fall ist, wo nicht nur Venen, sondern auch Hautarterien, sowie das saftige Gewebe des Fingerpolsters verletzt werden.

Das Blut wurde in hierzu geeigneten Näpfchen aufgefangen und vermittelst der May'schen Pipette abgemessen, mit der Hayem'schen Flüssigkeit verdünnt und in die Mischgefässe gebracht. Es wurde dabei auf die peinlichste Reinlichkeit der Auffanggefässe, Mischpipette und Misch-

[1]) Oerum: Ueber die Einwirkung des Lichtes auf das Blut. Pflüger's Archiv. Bd. 114. S. 1. 1906.

gefässe geachtet. Obwohl die Hayem'sche Flüssigkeit dazu geeignet ist, die Erythrocyten auf sehr lange Zeit zu konservieren, so wurde bei diesen Untersuchungen dennoch das Hauptgewicht darauf gelegt, dass die Mischflüssigkeit höchstens einen Tag nach der Blutentnahme untersucht wurde. Verfasser glaubt nämlich, richtig beobachtet zu haben, dass sehr viele Blutkörperchen beim längeren Aufbewahren schrumpfen und dadurch eine rauhe Oberfläche bekommen, welcher Umstand leicht Zusammenlagern und ungleichmässige Verteilung der Erythrocyten auf dem Zählfelde nach sich zieht. Die Erklärung hierfür ist sicherlich in der osmotischen Differenz zu suchen, welche der Blutzellensaft gegenüber der Hayem'schen Flüssigkeit hat. Es ist übrigens bekannt, dass jüngere Erythrocyten einen kleineren prozentischen Wassergehalt haben als ältere.

Sehr wichtig war es, dass die Blutentnahme immer zur selben Tageszeit stattfand. Es wurden die spätesten Vormittagsstunden gewählt und bei allen Versuchen eingehalten. Eine Gruppe von Kühen des Anglerschlages (Besitzer Herr Goetze in Süderbrarup in Schleswig) wurde aus der Vergleichsreihe gänzlich ausgeschieden, weil die Blutentnahme Nachmittags stattfinden musste. Viele Untersuchungen in der Literatur weisen nämlich darauf hin, dass nach jeder grösseren Mahlzeit eine geringe Erythrocytose eintritt. Einige Verfasser fanden auch Tagesschwankungen der Erythrocytenzahl, welche durch das Tageslicht beeinflusst werden sollen. Obwohl Verfasser diese Erfahrungen nur mit sehr grosser Reserve aufnahm, schien es ihm doch angezeigt, sich genau an dieselbe Tageszeit bei der Blutentnahme zu halten. Es wurde auch immer ein- und dieselbe Mischpipette zur Verdünnung mit der Hayem'schen Flüssigkeit benützt. Wenn die Aichung der Pipette etwa ungenau sein sollte, was man immer annehmen kann, dann würde aus diesem Grunde wohl ein absoluter aber durchaus kein relativer Versuchsfehler, d. h. ein Versuchsfehler, welcher den Vergleich beeinträchtigen könnte, entstehen.

Der Hämoglobingehalt wurde mit dem kolorimetrischen Apparat von Sahli festgestellt, weil sich dieser Apparat zur Experimentation im Stalle bei sonstigen grossen Vorzügen besonders eignet. Dr. L. von Lesser, welcher seine Hämoglobinbestimmungen mit spektroskopischen und kolorimetrischen Methoden vorgenommen hat, spricht sich zu Gunsten letzterer folgendermassen aus: „Die Bestimmung der Färbekraft des Blutes durch Vergleich der Proben mit dem unbewaffneten Auge liefert bei entsprechender Vervollkommnung der Methodik ebenso gute Resultate in Bezug auf die Grenzweite der Beobachtungsfehler als die anderen Bestimmungsmethoden des relativen Hämoglobingehaltes im Blute; sie verdient aber den Vorzug vor anderen Methoden wegen der Leichtigkeit der Ausführung und wegen der Einfachheit der hierzu erforderlichen Mittel".[1])

Es haben sich übrigens gerade in diesem Jahre Stimmen erhoben, dass die Aichung der Sahli'schen Apparate sehr oft ungenau und zwar in den äussersten Fällen bis auf 20 Teilstriche ungenau ist. Verfasser bediente sich deshalb bei jeder einzelnen Untersuchung zweier Sahli'scher Apparate und fand hierbei fast konstant eine Differenz bis zu 5 Teilstrichen, z. B. auf dem einen Apparate den Hämoglobinwert 80, auf dem anderen 85. Darum wurde immer das Mittel hieraus genommen, also im angeführten Beispiele rund 82. Demgemäss wurde auch die Versuchsfehlergrenze auf 5 Teilstriche gesetzt. Es diente aber der eine Apparat dem anderen jedesmal zur Kontrolle, und der eventuelle Versuchsfehler, der jeder kolorimetrischen Methode anhaftet, wurde dadurch reduziert und gleichmässiger. Hervorzuheben ist noch besonders, dass wegen der objektiven Beurteilung immer die Farbengleichheit bei dem ersten Apparate ohne abzulesen hergestellt wurde. Unmittelbar darauf folgte die Farbenvergleichung bei dem zweiten Apparate. Erst jetzt wurden die Zahlen der Teilstriche auf beiden Apparaten

[1]) Zitiert von Endlich in: Die physiologischen Unterschiede edler und schwerer Pferde. Leipzig.

abgelesen und notiert. Die Differenzen variierten immer, wie schon erwähnt, zwischen 5 Teilstrichen, und Verfasser hat eben dadurch ein besonderes Zutrauen zu dieser Methode gewonnen. Die Aufsaugungspapiermethode von Tallquist, die Schulz[1]) bei seinen Blutuntersuchungen mit anwendete, und die sich dabei als ungenau erwiesen hat, wurde in den vorliegenden Untersuchungen nicht gebraucht. Bei Probeversuchen hat Verfasser bemerkt, dass Rinderblut eine ganz andere Farbennuance auf dem Aufsaugepapier hervorruft als menschliches Blut, für welches die beigegebene Farbenskala gemacht ist. Die andere Farbennuance hat wahrscheinlich ihren Grund in der viel höheren Erythrocytenzahl und in dem hingegen viel geringeren Hämoglobingehalt des pflanzenfressenden Rindes gegenüber dem Menschen. Bei der Farbenvergleichung mit auffallendem Lichte auf dem Aufsaugungspapier tritt dieser Unterschied sehr erkenntlich hervor, während dies bei der Vergleichung im durchfallenden Lichte mit den Sahli'schen Apparaten nicht zu finden ist. Anderseits ist die Methode von Tallquist für physiologische Untersuchungen schon aus dem Grunde unzulässig, weil sie viel zu oberflächlich und ungenau ist. Die Farbenskala ist auf die Maximalzahl 100 gemacht und gibt nur Unterschiede von 10 zu 10 an. Die Zwischenzahlen werden der Beurteilung des Untersuchers überlassen. Diese Methode kann nur zu praktischen Zwecken bei Bluterkrankungen, wie bei Anämie und Chlorose, wo die Differenzen über 50 % des normalen Hämoglobingehaltes betragen können, benützt werden. Diese Methode wurde deshalb verworfen, während sie Schulz bei seinen Untersuchungen bis zur letzten Kuh durchführte. Es ist möglich, dass Schulz zu der Sahli'schen Methode deshalb kein besonderes Zutrauen erlangte, weil er diese Methode mit der von Tallquist kontrollierte.

[1]) Schulz: Untersuchungen über die Beziehungen der Blutbeschaffenheit (Erythrocytenzahl und Hämoglobingehalt) zur Leistungsfähigkeit von Milchkühen. München. 1906.

Bei der Zählung der Leukocyten ist auf bedeutend höhere Versuchsfehler zu rechnen, als bei der Zählung der Erythrocyten. Es konnten nämlich nicht ebensoviele Leukocyten gezählt werden wie Erythrocyten. Zu klinischen Zwecken wird die Zahl der Leukocyten gewöhnlich so beurteilt, dass man die Leukocyten auf einem Gesichtsfelde zählt und zwar auf einem gewöhnlichen Deckgläschenpräparat. Bei Fragen über abnorme Vermehrung der Leukocyten, wie dies bei den verschiedenen Leukocytosen stattfindet, ist diese Zählungsmethode zur Beurteilung der Krankheit gänzlich ausreichend. Bei physiologischen Differenzen, wenn sie auch verhältnismässig sehr gross sind, kann sie aber durchaus nicht genügen. Verfasser hat die Zählungen deshalb auch auf der Thoma-Zeis'schen Kammer vorgenommen und gewann dadurch den Vorteil, immer von einer bestimmten und bekannten Blutmenge die Leukocyten zu zählen. Als Verdünnungs- und Konservierungsflüssigkeit wurde $^1/_3$ %ige mit Genziana Violett gefärbte Essigsäure genommen. Um mehr Leukocyten zählen zu können, hat Verfasser die May'sche Pipette mit Zustimmung des Erfinders so verändern lassen, dass die doppelte Blutmenge bei kleinerer Verdünnung genommen wurde. Dennoch ist der Versuchsfehler bei den Zählungen zu gross, um die gewonnenen Zahlen für eine physiologische Frage zu verwerten. Die Zählungen wurden aber doch bei der ganzen Versuchsreihe ausgeführt und zwar aus einem anderen Grunde. Die Leukocytenzahl, wenn sie sich in normalen Grenzen bewegt, ist einer der besten Indices der Gesundheit der Tiere. Da es uns in den vorliegenden Untersuchungen besonders daran gelegen hat, nur unter physiologischen Verhältnissen Vergleiche anzustellen, war die Leukocytenzahl die geeignetste Kontrolle zu diesem Zwecke. Dafür war aber unsere Zählungsmethode vollkommen ausreichend.

Versuchsmaterial.

Zur Feststellung der Versuchsfehlergrenzen und zur Erforschung der Frage, ob überhaupt Variationsbreiten der Blutkörperchenzahlen und des Hämoglobingehaltes bestehen, welche über die festgestellten Versuchsfehlergrenzen hinausreichen, wurden zunächst 24 Kühe der Molkerei Erlenmayer in München untersucht. Ueber die ermittelten Versuchsfehlergrenzen wurde bereits berichtet. Es handelt sich hier nur noch darum, die Ergebnisse, welche in Bezug auf Variationsbreiten gewonnen wurden, zu verzeichnen. Die Blutkörperchenzahl variierte bei den Erlenmayer'schen Kühen von 5—8 Millionen, das sind Zahlen, welche die Versuchsfehlergrenzen sechsmal übersteigen. Bei den anderen untersuchten Gruppen von Kühen werden wir meistens eine engere Variationsbreite der Blutkörperchenzahlen finden, nämlich Maximalunterschiede von 2 Millionen Blutkörperchen, welche Unterschiede aber auch in den einzelnen Vergleichen die festgestellten Versuchsfehlergrenzen mehr als genügend überschreiten. Der Umstand, dass bei den erwähnten 24 Kühen eine grössere Variationsbreite zu finden war, liegt wohl darin, dass diese Kühe, obwohl meistenteils Allgäuer, dennoch keine einheitliche Zucht darstellten, sondern aus verschiedenen Bauernzuchten eingekauft waren, und somit eine mehr oder weniger verschiedene Aufzucht genossen hatten, welche auch in der Blutkonstitution zum Ausdruck kommen musste. Die Variationsbreite der Hämoglobinwerte war hingegen geringer (zwischen 60 und 75) als bei den nächstfolgenden Gruppen. Die ermittelten Blutwerte konnten übrigens bei diesen Kühen nicht den Leistungen gegenüber gestellt werden, weil die Leistungen dieser Kühe weder methodisch kontrolliert, noch

in einem Buche verzeichnet werden. Aus diesem Grunde ist es auch für diese Untersuchungen unnötig, eine Tabelle folgen zu lassen. Interessant für uns war nur der Umstand, dass in dieser Gruppe die kleinsten Tiere die besten Milchkühe waren. Diese Tiere wiesen aber nicht die absolut grössten Blutwerte auf. Es ist dies folgendermassen zu erklären: Vierordt[1]) hat schon darauf hingewiesen, dass

1. die arteriellen Stromgeschwindigkeiten in kleinen Tieren erheblich grösser sind als in grösseren derselben Gattung;

2. in kleineren Tieren viel grössere Blutmassen zirkulieren, als in gleichen Gewichtsteilen grösserer Tiere in derselben Zeit.

Es folgt daraus, dass kleinere Tiere doch wohl relativ höhere Blutwerte haben als grössere, weil den funktionierenden Zellen in derselben Produktionszeit mehr Blutkörperchen, mehr Hämoglobin und Nährstoffe zugeführt werden als bei grösseren Tieren.

Den absolut höchsten Blutwert von den Erlenmayer'schen Kühen hatte die grösste und schönste im Stalle. Diese Kuh war aber auch zugleich die schlechteste Milchkuh und Herr Erlenmayer befasste sich gerade mit dem Gedanken, diese Kuh wegen schlechter Milchleistung zu verkaufen. Diese Kuh, welche auch aus einer Bauernwirtschaft stammte, war eben keine gute Milchkuh, sondern besass nur die Eigenschaft der grössten Wüchsigkeit. Dieses Beispiel war sehr belehrend für unsere weiteren Untersuchungen und wies darauf hin, dass zur Feststellung der Beziehungen der Blutbeschaffenheit zur Milchleistung nur ausgesprochene Milchzuchten herangezogen werden dürfen. Es wurden deshalb fernerhin nur Kühe der Milchzuchtrichtung als Versuchsmaterial gewählt. Für diesen Zweck waren natürlich Milchkühe am besten geeignet, welche Kontrollvereinen

---

[1]) Vierordt: Die Erscheinungen und Gesetze der Stromgeschwindigkeiten des Blutes. 1858. S. 169.

unterstehen, wo sich die Zuchtwahl in erster Linie auf die Michleistung bezieht, oder wo doch die Milchleistungen durch einen besonders ausgebildeten Fachmann genau kontrolliert und buchmässig festgelegt werden. Meine Untersuchungen bezogen sich deshalb auf die folgenden Gruppen von Milchkühen verschiedener Zuchten:

I. Gruppe von Milchkühen des roten dänischen Milchviehes, Kontrollverein in Askov bei Vejen in Dänemark.

II. Gruppe von Milchkühen der Anglerzucht, Kontrollverein Süderbarup in Schleswig.

III. Gruppe von Kühen des Breitenburger Schlages, Kontrollverein Fitzbeck bei Brockstedt in Holstein.

IV. Gruppe von Kühen des Simmenthaler Schlages auf dem K. B. Staatsgute Weihenstephan.

V. Gruppe von Milchkühen der Schwyzer Zucht auf dem Industriegute der Nahrungsmittelfabrik Maggi bei Zürich.

I. Gruppe von Milchkühen des roten dänischen Milchviehes, Kontrollverein in Askov bei Vejen in Dänemark.

Diese Gruppe untersteht dem ältesten Kontrollverein, der im Jahre 1895 durch den Staatskonsulenten Fr. Hansen und den Landwirtschaftsschuldirektor Niels Pedersen in Askov gegründet worden ist. Die Kühe sind auf dem Versuchsgute des Herrn Staatskonsulenten Hansen in Askov aufgestellt, und dienen zugleich gelegentlich zu Fütterungsversuchen. Deshalb kann auch keine bestimmte Fütterungsweise hier angegeben werden.

Im allgemeinen wird die Fütterung mit Wiesenheu, Grünfutter und Rüben durchgeführt. Die Verabreichung von Kraftfutter ist zugleich eine hohe und es besteht dieses hauptsächlich aus Oelkuchensorten wie Erdnusskuchen, Sesam-, Palm- und Leinkuchen. Das übrige Kraftfutter sind Kornkleie und Malzkeime.

Die Futterstände sind mit einer einfachen Hebelvorrichtung zum Abteilen für die individuelle Fütterung eingerichtet. Die Futterverbrauchs- und Produktionskontrolle wird sehr sorgfältig durchgeführt, bezieht sich übrigens nicht bloss auf die Milchleistungen, sondern zugleich auch auf die Wüchsigkeit, was von sehr grosser Wichtigkeit ist, wenn man sich ein Bild von dem gesamten Produktionswert überhaupt verschaffen will. Es kann nämlich auch in ausgesprochenen Milchzuchten ein Individuum zur Wüchsigkeit neigen. Wenn eine solche Variation zum Schaden der Milchleistung entsteht, dann ist freilich eine solche Kuh im Sinne der Milchzucht unproduktiv und muss ausgemerzt werden. Vereinigt aber eine solche Kuh höhere Wüchsigkeit mit gewünschter hoher Milchleistung, so ist sie auch im Sinne einer reinen Milchzucht aus ökonomischen Gründen leistungsfähiger als eine Kuh mit ebenso hoher Milchleistung, aber geringerer Wüchsigkeit. Eine solche Kuh kann bei der Zucht besonders berücksichtigt werden.

In der folgenden Tabelle I sind die Blutwerte zunächst nur mit den Milchleistungen des Untersuchungsmonates verglichen worden, weil die Lebend-Gewichtsproduktion wegen der grösseren oder kleineren Schwankungen des Lebensgewichtes nur halbjährlich festgestellt wird.

Bevor wir zur Vergleichung schreiten, wollen wir uns ein allgemeines Bild über die Blutbeschaffenheit in Bezug auf das Alter dieser Kühe verschaffen. Schon mit einem oberflächlichen Blick auf die Alters- und Erythrocytenzahlen kann man konstatieren, dass die Erythrocytenzahlen mit dem steigenden Alter der Tiere sinken, während sich die höchsten Hämoglobinwerte auf das mittlere Alter der Tiere verteilen. In der Zeit des jugendlichen intensiven Wachstums aller Körperzellen eines Individuums ist auch die Reproduktionskraft der blutbildenden Gewebe am höchsten, während im Alter die Zellenvermehrung abnimmt, bei vielen Organgeweben überhaupt aufhört. Schwinge, welcher ebenfalls unter physiologischen Bedingungen die Blutbeschaffenheit in

Tabelle I.

Nr. der Kuh	Alter in Jahren	Lebendgewicht in Pfunden	Laktation in Monaten	Gravidität in Monaten	Pfunde Milch à 1 Prozent Fett[1])	Pfunde Butter	Erythrocytenzahlen	Leukocytenzahlen	Hämoglobin nach Sahli	Verbrauchte Futter-Einheiten[1])
1	2	—	3	—	1813	20,18	9002626	11994	87	429
2	3	810	5	2	2106	23,55	8413614	9290	70	429
3	3	840	7	4	1443	16,13	8483148	6882	75	401
4	4	700	3	1	2086	23,52	9178488	10119	77	429
5	4	1090	15	6	243	2,72	8205012	8448	70	373
6	4	830	15	5	2055	23,12	7781318	8448	79	429
7	5	1140	7	—	1868	20,93	8423614	—	81	597
8	7	1290	10	10	909	10,16	5880752	8079	82	429
9	7	1070	5	1	2564	28,38	8557277	11484	85	513
10	8	960	5	2	3000	33,22	8079842	9846	85	485
11	9	1170	1	—	3454	38,40	7492056	8228	70	443
12	9	1120	1	—	3826	42,64	8750545	6926	82	415
13	11	1100	10	7	1154	13,04	7098030	8995	74	—
14	11	1010	12	4	1607	18,00	7834164	6312	75	401
15	13	1370	1	—	4773	54,00	6895918	6158	70	443

Bezug auf das Alter bei Menschen untersucht hat,[2]) bekam dieselben Resultate, wie sie aus unserer Tabelle hervorgehen. Was die Erythrocytenzahl und den Hämoglobingehalt in Bezug auf die Laktationszeit anbelangt, ist hervorzuheben, dass diese Frage bei unseren Untersuchungen mit der Frage der Blutbeschaffenheit während der Zeit der Gravidität im allgemeinen zusammenfällt. Es handelt sich auch hier ganz sicher nur um eine Ernährungskonkurrenz. Der wachsende Embryo und die funktionierende Milchdrüse entziehen den Körpergeweben jene Nahrung, welche sonst diesen Organen allein zur Verfügung stehen würde. Deshalb ist es auch sehr verständlich, dass stets die Milchproduktion mit

[1]) Nach dänischer Methode berechnet. Wulff: Die Kontrollvereine Leipzig 1903.

[2]) Pflüger's Archiv. Bd. 73. 1898. S. 299.

dem Wachstum des Embryos abnimmt. Es ist aber unverständlich, wenn man behauptet, dass aus demselben Grunde die Erythrocytenzahl und die Hämoglobinmenge sinken müssten. Durch eine gesteigerte allseitige Nachfrage nach Nahrung sollte vielmehr eine Vermehrung der Erythrocyten und der Hämoglobinmenge hervorgerufen werden. Es wurde auch von vielen Forschern eine Vermehrung der Blutkörperchen während der Schwangerschaft tatsächlich konstatiert. Andere Forscher hingegen haben das Gegenteil davon gefunden. Nach der Analogie der Vermehrung der Erythrocyten bei der Insufficienz der Lunge (wegen Tuberkulose), des Herzens (wegen Herzfehler), wegen der Verdünnung der Luft im Höhenklima, ist anzunehmen, dass die hungernden Körperzellen auch zur Zeit der Gravidität eine vermehrte Reproduktion der Erythrocyten auslösen werden. Wenn aber einige Forscher dennoch eine Herabminderung der Erythrocytenzahl zur Zeit der Gravidität konstatieren, so sind die Ursachen in individuellen Verschiedenheiten des Blutregulationsapparates zu suchen. In solchen Fällen handelt es sich höchst wahrscheinlich um eine individuelle Neigung zur hypoplastischen Anämie, welche bei weiblichen Tieren sehr verbreitet ist. Ich glaube, dass ich durch meine Untersuchungen die Wahrscheinlichkeit dieser Anschauungen bekräftigen werde können und ich komme bei den speziellen Besprechungen noch wiederholt auf diese Frage zurück.

Bei unseren Vergleichen müssen die Laktation und die Gravidität nicht wegen ihres Einflusses auf die Blutbeschaffenheit, sondern noch aus einem anderen Grunde berücksichtigt werden. Die Funktion der Milchdrüsenzellen ist ja während der ganzen Zeitdauer einer Laktation nicht immer gleich. Es wird als Regel angenommen, dass die Milchsekretion am Anfange der Laktation am höchsten ist und gegen das Ende zu, von verschiedenen Schwankungen abgesehen, abnimmt. Von dieser Regel gibt es aber ausserordentlich viele Ausnahmen. Manche Kühe haben nicht sofort am Anfange, sondern etwas später die höchste Milch-

produktion. Viele Individuen zeigen wieder in individuell verschiedenster Zeit ein konstantes Anhalten der Milchleistung. In den meisten Fällen wird die Milchleistung aber durch die Gravidität vermindert, wie schon hervorgehoben worden ist. Wir werden uns deshalb bei den Vergleichen immer an die erwähnte Regel halten und immer auf die Laktationszeit Bezug nehmen. Dieselbe Berücksichtigung wird auch die Gravidität bei den Vergleichen finden.

Da wir nun einen prinzipiellen Standpunkt in Betreff des Einflusses des Alters, der Laktation und der Gravidität haben, können wir zu dem Vergleich der Blutwerte mit den Milchleistungen schreiten. Es werden nur Tiere gleichen Alters oder annähernd gleichen Alters verglichen werden. Auf die Laktationsdauer und auf die Gravidität wird bei jedem bezüglichen Fall besonders hingewiesen werden.

Es handelt sich hier um eine Gruppe von Kühen, die hauptsächlich auf Buttererträge gezüchtet werden, und es werden sich deshalb unsere Vergleiche auch nur auf die Butterleistungen beziehen.

Die Kuh 1 weist als jüngste Kuh die höchste Erythrocytenzahl und den höchsten Hämoglobinwert auf. Da sie keine Partnerin gleichen Alters hat, kann ihre Milchleistung zum Vergleiche mit den Blutwerten nicht herangezogen werden.

Die Kühe 2 und 3 sind beide dreijährig, haben die gleiche Erythrocytenzahl und annähernd gleichen Hämoglobingehalt. Die Butterleistungen sind ungleich und zwar zu Gunsten der Kuh 2, welche sich im zweiten Monate der Gravidität und im fünften Monate der Laktation befindet. Die im vierten Monat der Gravidität und im siebenten Monate der Laktation befindliche Kuh 3 hat eine bedeutend geringere Butterleistung, welche aus den gesteigerten Anforderungen des wachsenden Embryos zu erklären ist. Dass diese Kuh trotzdem die gleichen Blutwerte aufweist, beweist nur, dass sich die Blutwerte zur Zeit der Gravidität in normalen Fällen aus ernährungsphysiologischen Gründen wahrscheinlich nicht verringern.

Es folgen die Kühe 4, 5, 6 und 7, von welchen nur die letztere fünfjährig ist, während die übrigen vier Jahre zählen. Den höchsten Butterertrag zeigt die Kuh 4 mit der höchsten Erythrocytenzahl. Es folgt ihr aber als zweitbeste die Kuh 6 mit der geringsten Erythrocytenzahl und im fünften Monat der Gravidität stehend. Diese Kuh hat aber den zweithöchsten Hämoglobingehalt. Es reiht sich mit der Leistung und mit dem höchsten Hämoglobingehalt die Kuh 7 an. Die Kuh 5 hat die geringste Leistung und den geringsten Hämoglobingehalt, befindet sich aber schon im sechsten Monate der Gravidität. Im grossen Ganzen differieren die Blutwerte bei diesen Kühen sehr unbedeutend, ebenso die Leistungen. Zum Vergleich geeignet wären eigentlich nur die zwei trächtigen Kühe 5 und 6, weil sie sich auch in derselben Laktationszeit befinden. Es entspricht die bedeutend höhere Leistung dem höheren Hämoglobingehalt, während die Erythrocytenzahlen nicht über die angenommene Versuchsfehlergrenze hinaus differieren. Zu bemerken wäre noch, dass von diesen Kühen die zwei kleinsten Kühe 4 und 6 die leistungsfähigsten sind. Was die Gravidität anbelangt, kann man keine Abnahme der Erythrocyten parallel mit der Trächtigkeitsdauer konstatieren. Die im ersten Monate der Gravidität stehende Kuh 4 hat allerdings die weitaus höchste Erythrocytenzahl, doch ist diese Zahl wegen ihrer besonderen Höhe ein Gegensatz zu den anderen Zahlen und nicht wegen der Gravidität. Ein nächstfolgendes typisches Beispiel wird dies zu bestätigen helfen. Die siebenjährige Kuh 8 befindet sich im zehnten Monate der Gravidität, hat die geringste Erythrocytenzahl von 5 880 752, aber einen verhältnismässig ausserordentlich hohen Hämoglobingehalt. Um dem Wesen dieser Erscheinung näherzutreten, wollen wir diese Kuh der früher genannten Kuh 4 mit der hohen Erythrocytenzahl 9 178 488 gegenüberstellen und untersuchen, wieviel Hämoglobinanteile auf je einen Erythrocyten in beiden Fällen kommen. Der Vergleich gestaltet sich folgendermassen:

$$\frac{\text{Kuh 4}}{\begin{matrix}77\\ \hline 9178488\end{matrix}} = 0{,}00000083 \qquad \frac{\text{Kuh 8}}{\begin{matrix}82\\ \hline 5880752\end{matrix}} = 0{,}0000013$$

Die Erythrocyten der hochträchtigen Kuh 8 haben also einen bedeutend höheren Hämoglobingehalt als die Erythrocyten der im ersten Monate der Trächtigkeit befindlichen Kuh 4. Die Tatsache, dass mit der Erythrocytenzahl der Hämoglobinwert der einzelnen roten Blutkörperchen im umgekehrten Verhältnisse steigen und fallen kann, ist übrigens schon sehr lange bekannt. Bei der perniziösen progressiven Anämie steigt der Zellwert mit dem Zellzerfall. Hayem hat diese Erscheinung speziell studiert und Aequivalenzwerte zu einem angenommenen normalen Verhältnis der Erythrocytenzahl und des Hämoglobinwertes für mehrere spezielle Stadien der Anämie berechnet. Nach dieser Berechnung entsprechen z. B. 292500 Erythrocyten mit dem Hämoglobingehalt 1,70 einer Erythrocytenzahl von 498668 mit dem von Hayem angenommenen normalen Hämoglobingehalt.[1]) Der Aequivalenzwert ist also in diesem Falle fast ein doppelter.

Man muss daraus schliessen, dass auch in normal-physiologischen Verhältnissen, wohin auch die Schwangerschaft gehört, eine Verringerung der Erythrocytenzahl mit einer Erhöhung der Erythrocytenwerte einhergeht. Diese Annahme ist sehr wichtig zur Lösung der Frage, ob die angenommene Hypoplasie der blutbildenden Gewebe zur Zeit der Gravidität einer individuellen Anlage oder einer physiologischen Norm zuzuschreiben ist.

Wir kehren nun zum Vergleich mit den Milchleistungen zurück. Von den beiden siebenjährigen Kühen hat die hochträchtige Kuh 8 gegenüber der im ersten Monate der Gravidität befindlichen Kuh 9 die geringere Leistung und die geringere Erythrocytenzahl. Die achtjährige Kuh 10 hat keine Altersgenossin und muss übergangen werden.

---

[1]) Notnagel's Spez. Pathologie und Therapie. VIII. Bd. 1900. S. 110. Lazarus: Die progressive perniziöse Anämie.

Von den zwei neunjährigen Kühen 11 und 12, welche in demselben Laktationsmonate und noch nicht trächtig sind, hat die Kuh 12 die höhere Leistung und den weitaus höheren Hämoglobingehalt, verbunden mit einer höheren Erythrocytenzahl. Zu bemerken wäre noch, dass die leistungsfähigere Kuh 12 um 50 Pfund leichter ist als die Kuh 11.

Zwischen den zwei elfjährigen Kühen 13 und 14 besteht keine Differenz in Bezug auf den Hämoglobingehalt. Die höhere Leistung stellt sich auf die Seite der Kuh 14 mit einer höheren Erythrocytenzahl, welche die Versuchsfehlergrenze genügend übersteigt. Die letztere ist auch 100 Pfund leichter (kleiner!) als die Kuh 13. Es muss aber betont werden, dass sich die Kuh 13 in vorgeschrittener Gravidität befindet, und ich würde den Unterschied in der Leistung lieber diesem Umstand zuschreiben, weil die Blutwerte ohnehin nur wenig von einander abweichen.

Die älteste Kuh 15 hat keine Altersgenossin zum Vergleich. Sie hat die höchste Milchleistung und die zweittiefste Erythrocytenzahl mit entsprechend niedrigem Hämoglobinwert. Wegen der Frage der Altersverschiedenheit in Bezug auf die Blutbeschaffenheit und Milchleistung will ich diese Zahlen einer näheren Betrachtung unterziehen. Wir wollen diese Zahlen den Zahlen der jüngsten Kuh 1, welche ebenfalls nicht trächtig ist, gegenüberstellen:

$$\frac{\text{Kuh 15}}{\begin{matrix}70\\ \hline 6\,895\,918\end{matrix}} = 0{,}0000011 \qquad \frac{\text{Kuh 1}}{\begin{matrix}87\\ \hline 9\,002\,626\end{matrix}} = 0{,}00000096$$

Die einzelnen Erythrocyten der Kuh 15 haben einen etwas höheren Wert als die Erythrocyten der Kuh 1. Aus diesem geringen Unterschied ist aber der Unterschied in der Milchleistung nicht zu erklären. Der Unterschied liegt nur in der Milchdrüsentätigkeit. Die Kuh 15 hat nämlich 11 Laktationsjahre hinter sich, während die Milchdrüse der Kuh 1 zum erstenmal überhaupt funktioniert. Dieses Beispiel zeigt sehr gut, nicht bloss warum man Kühe verschie-

denen Alters unter einander nicht vergleichen darf, sondern auch, warum man dies nicht tun soll, selbst bei Kühen gleichen Alters, wenn ihnen eine verschiedene Milchdrüsenübung zuteil geworden. Solche Fälle kommen aber immer vor, wenn man Milchkühe verschiedener Zuchten vergleicht.

Um einen Vergleich bezüglich der Lebensgewichtverhältnisse zu ermöglichen, ist es notwendig, die ermittelten Blutwerte mit den halbjährigen Gewichtsermittelungen zu vergleichen, weil das Schwanken des Körpergewichtes in kleineren Zeitperioden unter normalen Verhältnissen zu gering ist. Natürlich mussten zu diesem Vergleich auch die halbjährigen Milchleistungen herangezogen werden.

Tabelle II. Winterhalbjahr 1906/07.

Nr. der Kuh	Alter in Jahren	Laktation in Monaten	Graviditat in Monaten	Lebendgewicht in Pfunden	Pfunde Milch à 1 Prozent Fett	Pfunde Butter	Abnahme (—) oder Zuwachs (+) d. L. G.	Erythrocytenzahlen	Leukocytenzahlen	Hämoglobingehalt
1	2	3	—	—	4396	48,78	— 100	9002626	11994	87
2	3	5	2	810	8458	94,14	— 50	8413614	9290	70
3	3	7	4	840	8985	81,05	+ 90	8483148	6882	75
4	4	3	1	700	11549	129,56	— 10	9178488	10119	77
5	4	15	6	1090	10854	121,13	+ 100	8205012	8449	70
6	4	15	5	830	9073	101,08	+ 30	7781318	8449	79
7	5	7	—	1140	10549	117,52	+ 115	8423614	—	81
8	7	10	10	1290	12667	140,82	+ 90	5880752	8079	82
9	7	5	1	1070	9636	106,33	— 80	8557277	11489	85
10	8	5	2	960	15230	169,61	— 40	8079842	9846	85
11	9	1	—	1170	3536	39,54	+ 120	7492056	8228	70
12	9	1	—	1120	6901	77,52	+ 120	8750545	6995	82
13	11	10	7	1100	13863	153,72	+ 40	7098030	8995	74
14	11	12	4	1010	11081	123,65	— 30	7834164	6312	75
15	13	1	—	1370	6263	69,78	+ 170	6895918	6158	70

Die Tabelle II führt zu den folgenden Feststellungen: Die jüngste Kuh 1 weist eine Abnahme des Körpergewichtes

von 100 Pfund auf. Obwohl für sie keine Vergleichsgenossin verfügbar ist, wollen wir doch auf den Grund dieses Umstandes eingehen, weil diese Kuh die höchsten Blutwerte der ganzen Reihe aufweist. Diese Kuh hat nämlich drei Monate vor diesen Untersuchungen ein totes Kalb geboren. Sie wurde also am Ende des Sommerhalbjahres mit einem sieben Monate alten Fötus gewogen. Da sie ein totes Kalb geboren hat, könnte man annehmen, dass sie zur Zeit der Geburt an einer Krankheit gelitten hat. Nach der Geburt und nach einer überstandenen Krankheit tritt gewöhnlich als Reaktion eine Vermehrung der Blutwerte ein. Diese erhöhten Blutzahlen finden bei dieser Kuh in ihrer dreimonatlichen Milchleistung keinen entschiedenen Ausdruck und vermochten auch das Körpergewicht noch nicht aufzubessern.

Von den zwei dreijährigen Kühen hat die Kuh 3 90 Pfund zugenommen, während die Kuh 2 eine Abnahme von 50 Pfund aufweist. Die letztere hat ebenfalls am Anfange des in Frage stehenden Halbjahres ein Kalb geboren. Bei der Wiegung des Sommerhalbjahres wurde also das nahezu reife Kalb mitgewogen. Da diese Kühe gleiche Blutbeschaffenheit besitzen, interessieren sie uns weiter nicht, und wir übergehen zur Betrachtung der vier- und fünfjährigen Kühe 4, 5, 6 und 7.

Bezüglich der Lebensgewichtsveränderungen stehen die Zahlen dieser Kühe in nachstehender Reihenfolge:

Kuh 7	+ 115 Pfund	. .	kein Kalb,
Kuh 5	+ 100 „	. .	im 6. Monate gravid,
Kuh 6	+ 30 „	. .	„ 5. „ „
Kuh 4	— 10 „	. .	ein Kalb.

Die halbjährigen Milchleistungen stellen sich wie folgt:

Kuh 4	11549 Pfund	à 1 %	Fett	
Kuh 5	10854 „	„	„	„
Kuh 7	10549 „	„	„	„
Kuh 6	7073 „	„	„	„

Die ermittelten Blutwerte reihen sich folgendermassen:

In Bezug auf die Erythrocytenzahl:		In Bezug auf den Hämoglobingehalt:	
Kuh 4 . . .	9178488	Kuh 7	81
Kuh 7 . . .	8423614	Kuh 6	79
Kuh 5 . . .	8205012	Kuh 4	77
Kuh 6 . . .	7781318	Kuh 5	70

Bevor ich auf die Besprechung der einzelnen Verhältnisse eingehe, erlaube ich mir eine theoretische Frage einzuflechten, die unumgänglich scheint, nämlich die Frage, ob der Zuwachs des Körpergewichtes der Mutter und der Zuwachs des Körpergewichtes des Embryos die gleichen Anforderungen an die physiologische Leistung der Kuh stellen. Diese Frage lässt sich wohl beantworten, wenn man in Rücksicht zieht, aus was der Zuwachs im einen und aus was der Zuwachs im anderen Falle besteht. Bei der ausgewachsenen Mutterkuh besteht der Zuwachs der Hauptsache nach aus Fett oder aus Muskelsaftvermehrung, welche letztere bei Milchkühen eine untergeordnete Rolle spielen dürfte. Der Zuwachs beim Embryo besteht hingegen aus dem Zuwachs aller Bestandteile, die den Körper eines Rindes überhaupt bilden. Die Unterschiede des Stoffverbrauches und der diesbezüglichen Ernährungsfunktionen sind in die Augen springend. Weil sich dieser Unterschied in Zahlen nicht ausdrücken lässt, so sind wir gezwungen, nur die zwei trächtigen einerseits und die zwei nichtträchtigen Kühe anderseits zu vergleichen. Es sind das zuerst die zwei nichttragenden Kühe 7 und 4. In Bezug auf Zuwachs steht die Kuh 7 mit 115 Pfund der Kuh 4 mit der Körpergewichtsabnahme von 10 Pfund gegenüber. Es ist aber zu berücksichtigen, dass die Kuh 4 im dritten und die Kuh 7 im siebenten Laktationsmonate steht. Daraus folgt, dass die Kuh 4 im trächtigen Zustande bei der Sommerhalbjahrwiegung gewogen wurde, während die Kuh 7 nach der Abkalbung auf die Wage ging. Dass nur dadurch die grosse

Differenz in der Körpergewichtszunahme entstehen musste, ist ohne weiteres klar, und die höhere Leistung steht also auf Seite der Kuh 4, welche ein Kalb in diesem Halbjahr geboren hat. Da diese Kuh 700 Pfund wiegt, so mag das neugeborene Kalb $^1/_{13}$—$^1/_{16}$ davon, also beiläufig 45 bis 50 Pfund gewogen haben. In der Butterleistung steht die Kuh 4 ebenfalls mit 11549 Pfund Milch à 1 % Fett der Kuh 7 mit 10549 voran. Dieser Unterschied ist kein besonders grosser und würde für die höhere Erythrocytenzahl der Kuh 4 wenig besagen, wenn nicht der Umstand zu berücksichtigen wäre, dass die Kuh 4 ihre Milchquantität vornehmlich in den ersten drei Laktationsmonaten lieferte, während bei Kuh 7 die Milchleistung sich auf die ersten sechs Laktationsmonate bezieht. Wenn man noch berücksichtigt, dass die Kuh 4 um ein Jahr jünger ist als die Kuh 7, dann bekommt dieser Leistungsunterschied eine noch grössere Bedeutung. Dieses Beispiel hat uns Gelegenheit geboten, zu zeigen, wie der bedingungslose Vergleich arithmetischer Zahlen in physiologischen Fragen irreführend sein kann, wenn man nicht andere, durch Zahlen mehr oder weniger unausdrückbare Verhältnisse mitberücksichtigt. Der Vergleich einer vierjährigen mit einer fünfjährigen Kuh war dagegen ohne weiteres in diesem Falle zulässig, weil sich die jüngere Kuh 4, obwohl weniger Laktationsjahre hinter sich, dennoch als leistungsfähiger erwies.

Viel einfacher liegen die Verhältnisse bei den zwei trächtigen Kühen 5 und 6. Die Kuh 5 steht in Bezug auf die Gewichtszunahme wie in Bezug auf die Milchleistung mitobenan. Die Erythrocytenzahl ist bei der Kuh 5 gerade um den ganzen Spielraum der sehr hoch angeschlagenen Versuchsfehlergrenze höher als die Erythrocytenzahl der Kuh 6. Da noch der Umstand hinzutritt, dass die Kuh 6 einen höheren Hämoglobingehalt aufweist als die Kuh 5, so darf aus der genannten höheren Erythrocytenzahl der Kuh 5 kein Schluss zu Gunsten ihrer höheren Leistung gezogen werden.

Der Vergleich zwischen den zwei siebenjährigen Kühen 8 und 9 ist unmöglich wegen der durchwegs verschiedenen Verhältnisse, die bei diesem Vergleich zu berücksichtigen wären. Die Kuh 8 bezieht ihre halbjährige Leistung auf die sechs letzten, die Kuh 9 hingegen auf die fünf ersten Laktationsmonate; die Kuh 8 ist im zehnten, die Kuh 9 im ersten Monate der Trächtigkeit. Die Körpergewichtsbewegungen erklären sich hier auch aus der Verschiedenheit des Trächtigkeitszustandes zur Zeit der Winterhalbjahrwiegung. Die nächstfolgende Kuh 10 muss auch übergangen werden, weil sie keine Altersgenossin hat. Es folgen die neunjährigen Kühe 11 und 12, welche zu einem einfachen Vergleich den Vorteil bieten, in gleicher Laktationszeit zu stehen und nicht trächtig zu sein. Es sind aber die Blutwerte sehr verschieden. Der Zuwachs ist dagegen bei beiden Kühen ein gleicher, nämlich 120 Pfund. Der Unterschied zeigt sich aber in der verschiedenen Milchleistung. Die mit dem bedeutend höheren Hämoglobingehalt und der höheren Erythrocytenzahl versehene Kuh 12 weist eine doppelt so hohe Milchleistung als die Kuh 11 auf. Hinzuzufügen wäre noch, dass die Kuh 12 um 50 Pfund leichter ist, als die Kuh 11. Die Kuh 12 besitzt also nicht nur eine absolut, sondern auch relativ höhere Erythrocytenzahl als die Kuh 11. Dieses Beispiel ist sehr typisch wegen der durchwegs gleichen übrigen Verhältnisse.

Die zwei folgenden elfjährigen Kühe 13 und 14 befinden sich in verschiedener Laktations- und Graviditätszeit. Mit Berücksichtigung beider Umstände gestaltet sich der Vergleich wie folgt: Die Kuh 13 steht mit dem Körpergewichtszuwachs und der Milchleistung des Winterhalbjahres der Kuh 14, welche sich im vierten Monate der Gravidität befindet, voran. Die Kuh 13 bezieht ihren Körperzuwachs aber auf siebenmonatliche Trächtigkeit und die Milchleistung auf die zwei bis sieben ersten Laktationsmonate. Der Hämoglobingehalt ist bei beiden Kühen gleich, die Erythrocytenzahl ist bei der minderleistenden Kuh 14 höher. Die Dignität

der einzelnen Erythrocyten stellt sich aber bei der leistungsfähigeren Kuh 13 höher, aus welchem Grunde nicht ein gesteigerter Konsum der Erythrocyten wegen der Trächtigkeit anzunehmen ist, sondern eher ein verminderter Konsum verbunden mit einer geringen Adynamie der blutbildenden Gewebe.

Die älteste Kuh 15 kann nicht zu einem Vergleich herangezogen werden, weil sie keine Altersgenossin hat. Bevor ich die Betrachtungen dieser Gruppe schliesse, erlaube ich mir aber nochmals auf die Frage der Verminderung der Blutkörperchenzahl zur Zeit der Gravidität zurückzukommen.

Wir haben in dem soeben angeführten Beispiel (Kuh 13 und 14) und im Beispiele Kuh 8 gesehen, dass die Verminderung der Blutkörperchenzahl bei trächtigen Kühen mit einer relativen Erhöhung des Hämoglobingehaltes verbunden sein kann. Dasselbe Verhältnis zeigt sich auch, wie schon erwähnt, bei der Anämie. Da die Ansicht verbreitet ist, dass es sich während der Schwangerschaft um eine gesteigerte Konsumtion der Blutkörperchen wegen der Ernährung des Embryos handelt, so ist es notwendig und im Interesse der vorliegenden Arbeit, auf diese Frage näher einzugehen. Der Embryo ernährt sich, wie meistenteils angenommen wird, durch die sogenannte Uterinmilch. Die Uterinmilch wird durch eine Funktion der Epithelzellen der Placenta (und Uterus?) aus dem Blute der Mutter, ähnlich wie die Milch durch die Funktion der Milchdrüsenzellen, gebildet und übermittelt. Zur Produktion der Uterinmilch ist es nicht notwendig, dass recht viele Erythrocyten der Mutter zerfallen, sondern dass recht viele Erythrocyten der Mutter funktionieren, geradeso wie bei der Milchproduktion. Dass die Erythrocyten normalerweise nach einer bestimmten Lebensdauer zerfallen, und dass ihre Zerfallsubstanz von dem Körper verwertet wird, ist ohne Zweifel. Damit ist aber nicht gesagt, dass eine erhöhte Ernährung einen erhöhten Zerfall bedingt. Nach der Reihenfolge des Verhaltens der verschie-

denen Körpergewebe im Hungerzustande werden die Erythrocyten fast als letzte angegriffen, und es treten für die mangelhafte Ernährung zuerst andere, weniger lebenswichtige Organgewebe durch Zerfall ihrer Substanz hilfreich ein. Es ist bekannt, dass trächtige Kühe, welche mangelhaft ernährt werden, ausserordentlich abmagern können, weil der wachsende Embryo eine grössere Avidität zu den verfügbaren Nährstoffen hat, als die weniger lebenswichtigen Gewebe der Mutter wie z. B. das Fett- und Muskelgewebe. Es ist auch bekannt, dass die Blutkörperchenzahl bei solchen hungernden Tieren nicht abnimmt. Man könnte wohl einwenden, dass der Embryo bestimmte Nährstoffe wie z. B. Eisen oder irgend einen anderen Stoff zu seinem Körperaufbau speziell von den roten Blutzellen bezieht und somit das Mass des Zerfalles der letzteren einigermassen bestimmen kann. Diesem Einwand, welcher bloss auf einer Vermutung beruht, sind folgende diesbezügliche Beobachtungen entgegenzuhalten: Abgesehen davon, dass der Eisenbedarf des Embryos ein verhältnismässig geringer ist, ist darauf hinzuweisen, dass eine Aufspeicherung des Eisens in den Geweben der Mutter bereits vor der Konzeption beginnt. Bunge[1]) führt darauf auch die Ursache zurück, dass Chlorose nur beim weiblichen Geschlecht auftritt und zwar gerade zur Zeit der Pubertät am häufigsten. Würde der Embryo seinen Eisengehalt von dem Hämoglobin der Erythrocyten unmittelbar beziehen, so wäre es unverständlich, dass sich gerade zur Zeit der Schwangerschaft der Hämoglobingehalt des Blutes nicht bloss relativ, wie das unsere Beispiele auch zeigen, sondern auch absolut in Verbindung mit einer Zunahme der absoluten Blutmenge erhöht. Die früher verbreitete Annahme, dass zur Zeit der Schwangerschaft eine seröse Plethora eintritt, wurde von Spiegelberg und Gscheidler[2]) widerlegt, indem sie zeigten, dass nur in Ausnahmsfällen eine nennenswerte

[1]) Bunge: Die Eisentherapie. 13. Kongress für innere Medizin. S. 357.
[2]) Franck: Handbuch der tierärztlichen Geburtshilfe. Berlin 1901.

Wasserzunahme des Blutes zur Zeit der Trächtigkeit in Betracht kommt. Es ist also höchst unwahrscheinlich, dass zur Zeit der Gravidität ein gesteigerter Konsum von Erythrocyten stattfindet. Für einen vermehrten Zerfall der Erythrocyten bliebe somit nur die Annahme übrig, dass zur Zeit der Gravidität in grösserem Umfange Hämolysine im Tierkörper (der Mutter) auftreten. Alle Anämien, welche durch Hämolysine verursacht werden, haben jedoch ihre Wurzel in Parasiten- oder Infektionskrankheiten. Es ist indessen bekannt, dass weibliche Tiere gerade im Trächtigkeitszustande speziell gegen Infektionskrankheiten sehr widerstandsfähig sind. Trächtige Pferde sollen z. B. gegen Druse und Rotz eine gewisse Immunität besitzen. In der Literatur wird sogar ein Fall beschrieben, wo dieser Umstand als Symptom der Schwangerschaft gedient hat.[1]) Wenn bei trächtigen Tieren Osteomalacie häufiger auftritt als bei nichtträchtigen, so ist das kein Gegenbeweis, weil die Osteomalacie keine infektiöse Krankheit ist, sondern diese Erscheinung ist nur dem Umstand zuzuschreiben, dass die weniger lebenswichtigen Gewebe der Mutter bei mangelhafter Ernährung den Stoff für das Wachstum des Embryos normalerweise liefern. Zu der Annahme, dass zur Zeit der Trächtigkeit Hämolysine auftreten würden, liegen also nur Gegenbeweise vor. Die Erythrocyten sind vielmehr zur Zeit der Gravidität widerstandsfähiger geworden, was in ihrer erhöhten Dignität zum Ausdruck kommt, wie auch in unseren Beispielen aus Tabelle I und II zu finden war.

Die gelegentliche Verminderung der Erythrocytenzahl kann also nur ihren Grund in einer Adynamie der blutbildenden Gewebe finden und diese ist höchst wahrscheinlich geradeso wie bei der Chlorose und Anämie eine individuelle Anlage vieler weiblichen Tiere.

Es war ausserordentlich wichtig in dieser Frage einen prinzipiellen Standpunkt zu gewinen, weil mit der Annahme

[1]) Franck: Handbuch der tierärztlichen Geburtshilfe. Berlin 1901. S. 290.

eines gesteigerten Zerfalles der Erythrocyten zur Zeit der Schwangerschaft die Funktion derselben in ein falsches Licht gebracht worden wäre, was die Beurteilung der vorliegenden Frage sehr beeinträchtigt hätte.

Bevor ich die Betrachtungen über Gruppe I schliesse, ist noch auf die Leukocytenzahlen hinzuweisen. Dieselben zeigen durch ihre normale Höhe an, dass wir es in dieser Gruppe mit einem gesunden Versuchsmaterial zu tun haben, und dass also die ermittelten Variationsverhältnisse in Bezug auf die sonstige Blutbeschaffenheit und Milchleistung im Rahmen normal-physiologischer Bedingungen bestanden haben. Die Leukocytenzahlen selbst sind zum Vergleich mit der Leistung nicht herangezogen worden aus Gründen, welche bereits vorausgeschickt wurden.

Wir wollen nun die Besprechung dieser Gruppe abschliessen und vorläufig nur konstatieren, dass einige unserer typischsten Beispiele zur Frage der Beziehungen der Blutbeschaffenheit zur Milchdrüsenfunktion im Sinne unserer Einleitung bejahend ausgelegt werden können.

II. Gruppe von Milchkühen der Anglerzucht, Kontrollverein Süderbrarup in Schleswig.

Die Tiere dieser Gruppe befanden sich schon in der Weidezeit, als sie zu unseren Blutuntersuchungen herangezogen wurden. Die Blutproben mussten auch auf der Weide entnommen werden, weil die Tiere durch das plötzliche Zurückführen in den Stall ausserordentlich beunruhigt worden wären. Die Kühe werden getüdert. Es werden dabei pro Stück und Monat im Durchschnitt 195 Futtereinheiten berechnet, wobei eine gewisse Individualisierung bezüglich der Futteraufnahme, mit Rücksicht auf das Alter, Trächtigkeit und Milchleistung durch das Tüdern ermöglicht ist. Die Kühe werden, da sie zwei verschiedenen Besitzern gehören, in zwei Teilen besprochen werden.

Die Kühe des Herrn Nissen (Tabelle III) wurden noch kurz vor dem eingetretenen Weidegang beiläufig folgendermassen pro Kopf und Tag gefüttert: 40 Pfd. Rüben, 3 bis 6 Pfd. Schrot, 10 bis 15 Pfd. nur gutes Heu. Das Schrotmehl bestand aus 2/3 Sesam- und Mohnkuchen und aus 1/3 Hafermehl und Kleie. Die Weiden werden sorgfältig kultiviert, haben also eine künstliche Narbe aus nur guten Gräsern mit sehr viel Klee.

Wenn wir die Alterszahlen der Kühe in der nächstfolgenden Tabelle III betrachten, so finden wir, dass diese Gruppe zum Vergleich sehr geeignet ist, weil die Kühe, abgesehen von der jüngsten Kuh 1, nur zwei Altersklassen angehören.

Tabelle III.

Nr. der Kuh	Alter in Jahren	Laktation in Monaten	Gravidität in Monaten	Körpergewicht in Pfunden	Monatlicher Ertrag		Erythrocytenzahlen	Leukocytenzahlen	Hämoglobingehalt	Verbrauchte Futter-Einheiten
					kg Milch	kg Fett				
1	5	7	4	824	306	10,10	8060149	10761	80	188
2	7	2	—	900	455	16,62	7428549	5723	75	195
3	7	2	—	820	455	14,69	7457521	10328	73	195
4	9	3	—	860	394	14,33	8331491	8079	84	188
5	9	5	1	804	357	14,34	8581654	8028	72	183
6	9	7	3	884	446	17,01	8181834	11412	75	195
7	9	2	—	1000	545	18,98	8619537	13540	80	195

Anderseits verringert sich wieder dieser Vorteil dadurch, dass diese Kühe keine besonderen Verschiedenheiten in der Blutwerte aufweisen.

Die zwei siebenjährigen Kühe 2 und 3 haben die gleiche Erythrocytenzahl und den gleichen Hämoglobingehalt. Die Milchleistungen sind in Bezug auf die Quantität ganz gleich, in Bezug auf die Qualität bei der Kuh 3 bedeutend besser. Wenn man noch in Rücksicht zieht, dass die leistungsfähigere Kuh 2 um 80 Pfund schwerer ist, also eine

relativ geringere Erythrocytenzahl aufweist als die Kuh 3, dann kann die höhere Qualitätsleistung dieser Kuh nur der spezifischen Funktion der Milchdrüsenzellen dieser Kuh zugeschrieben werden. Auch der gleiche Futterverbrauch spricht dafür.

Die 9jährigen Kühe 5, 6, 7 und 4 haben ebenfalls annähernd die gleiche Erythrocytenzahl. Ein Unterschied besteht nur in Bezug auf das Hämoglobin bei der Kuh 5. Diese Kuh hat auch die kleinste Quantitätsleistung, während sie mit der Qualität die Kuh 4 einholt, sogar mit etwas geringerem Futterverbrauch. Die höchste Leistung weist die Kuh 7 mit der höchsten Erythrocytenzahl und mit dem zweithöchsten Hämoglobingehalt auf. Ihre höheren Blutwerte stellen sich aber in Bezug auf das Körpergewicht relativ geringer. Diese Tiere stehen aber alle in einer mehr oder weniger verschiedenen Laktationszeit. Die Differenzen der Leistungen sind also hier wahrscheinlich in der verschiedenen Milchdrüsenzellenfunktion begründet und nicht in der Blutbeschaffenheit, welche bei allen diesen Tieren nahezu gleich ist. Dies wird auch durch die Verschiedenheit der Graviditätszeit als wahrscheinlich bekräftigt. Was hingegen die Erythrocytenzahl in Bezug auf die Trächtigkeitsdauer anbelangt, so ist keine Abnahme zu konstatieren, ja vielmehr das Gegenteil davon.

Tabelle IV.

Nr. der Kuh	Alter in Jahren	Laktation in Monaten	Gravidität in Monaten	Körpergewicht in Pfunden	Monatlicher Ertrag		Erythrocytenzahlen	Leukocytenzahlen	Hämoglobingehalt	Verbrauchte Futter-Einheiten
					kg Milch	kg Fett				
1	7	7	1	740	456	16,16	6991643	11079	72	195
2	7	8	6	876	321	11,58	8464564	6746	82	195
3	7	6	4	890	426	16,19	9085776	8842	70	195
4	11	3	1	845	327	13,12	6536196	3983	65	195
5	11	—	10	820	500	18,31	8031177	6746	85	205

Vorstehende Tabelle IV betrifft die Kühe des Herrn Strube in Süderbrarup. Die Tiere dieser Gruppe zerfallen in zwei Altersklassen, nach welchen sie auch verglichen werden.

Da die Milchleistungen in erster Linie durch die Trächtigkeit wegen Ernährungskonkurrenz beeinflusst werden, wollen wir uns vor allem über diesen Punkt orientieren.

Nach der Trächtigkeit, also nach dem Gewichtszuwachs des Embryos stellen sich die Kühe in folgende Reihenfolge:

Kuh 5 . .	10	monatl.	Embryo . .	8031177	Erythrocyten
Kuh 2 . .	6	„	„ . .	8464564	„
Kuh 3 . .	4	„	„ . .	9085776	„
Kuh 1 . .	1	„	„ . .	6991643	„
Kuh 4 . .	1	„	„ . .	6536196	„

Eine Vermehrung der Erythrocytenzahl bei den trächtigen oder eine Verminderung bei den kaum trächtigen Kühen, was gleichbedeutend als Gegensatz ist, zeigt sich hier augenscheinlich. Die höhere Erythrocytenzahl bei den trächtigen Kühen steht vollkommen in Einklang mit dem Körpergewichtszuwachs des Embryo. Wenn man noch hinzufügt, dass sich zu den Erythrocytenzahlen der Kühe 2 und 5 die höchsten Hämoglobinwerte gesellen, dann ergibt der Vergleich eine um so richtigere Reihenfolge.

Nun können wir zu dem Vergleich der Milchleistungen schreiten. Wir haben gar keine Anhaltspunkte, ob die Bildung der Uterinmilch eine höhere oder die gleiche Anforderung wie die Bildung der Drüsenmilch an die ernährungsphysiologische Leistung des Muttertieres stellt. Wir müssten nämlich diesbezügliche Zahlen den Zahlen der Milchleistungen hinzuaddieren, um ein richtiges Urteil über die Gesamtleistung des Tieres zu bekommen. Um einen Vergleich dennoch zu ermöglichen, wollen wir annehmen, dass die Bildung der Uterinmilch die gleichen Anforderungen an das Muttertier wie die Bildung der Drüsenmilch stellt. Wir nehmen die frühere Reihenfolge wieder an:

Kuh 5 ernährt einen Fötus von ca. 20—45 kg, lieferte 18,31 kg Butter, hat 8 031 177 Erythrocyten, 85 Hämoglobingehalt.

Kuh 2 ernährt einen Fötus von ca. 3—4 kg, lieferte 11,58 kg Butter, hat 8 464 564 Erythrocyten, 82 Hämoglobingehalt.

Kuh 3 ernährt einen Fötus von ca. 2 kg, lieferte 16,19 kg Butter, hat 9 085 776 Erythrocyten, 70 Hämoglobingehalt.

Kuh 1. Der Embryo ist 8 mm lang, ernährt sich anfänglich von dem Dotter des Eichens, dann von der zu diesem Zwecke vorgebildeten Uterinflüssigkeit. Die Kuh 1 lieferte 16,19 kg Butter, hat 6 991 643 Erythrocyten, 72 Hämoglobingehalt.

Kuh 4. Die Ernährung des Embryo wie bei Kuh 1. Die Kuh 4 lieferte 13,12 kg. Butter, hat 6 536 196 Erythrocyten und 65 Hämoglobingehalt.

Aus dieser Reihenfolge ergibt sich jedenfalls, dass die Kühe 5 und 3 mit den höheren Erythrocytenzahlen den Kühen 1 und 4 mit den geringsten Erythrocytenzahlen in der Leistung weit überlegen sind. Für die geringere Dignität des Blutes der Kuh 3 vicariiert eine sehr hohe Erythrocytenzahl.

Wenn man diese Kühe nach dem Alter besprechen will, dann bekommt man dieselben Ergebnisse. Die Beispiele dieser Gruppe waren zur Frage der Blutbeschaffenheit zur Zeit der Gravidität sehr typisch. Die Kuh 1 hat ein um 105 Pfund geringeres Lebendgewicht als die Kuh 4, hat deshalb eine relativ höhere Erythrocytenzahl und eine bedeutend höhere Leistung, obwohl sie jünger ist und in vorgerückter Laktationszeit steht. Die sehr niedrige Leukocytenzahl der Kuh 4, ihre geringe Erythrocytenzahl und auch ihr absolut wie relativ geringerer Hämoglobingehalt scheinen eine besondere Schwäche der Blutkonstitution dieser Kuh anzuzeigen. Die übrigen Leukocytenzahlen weisen auf normale und gesunde Tiere hin.

III. Gruppe von Kühen des Breitenburgerschlages, Kontrollverein Fitzbeck bei Brockstedt in Holstein.

Es wurden die Kühe bei zwei Besitzern, Herrn Adam Reimers und Herrn H. Bracker untersucht. Die Kühe des Breitenburgerschlages werden in der Hauptrichtung auf Milchleistungen gezüchtet, doch wird auch eine entsprechende Fleischwüchsigkeit nebenbei gewünscht. Im Durchschnitt wiegen die Kühe über 550 kg. Die Breitenburger Kühe haben geradezu ein ideales Exterieur. Sie sind tief, breitbrüstig und haben einen sehr geraden Rücken. Dennoch werden gerade diese Kühe auf den Schaustellungen und Prämiierungen oft nicht günstig beurteilt, und zwar wegen der strengen Farbenvorschriften. Es wird nämlich verlangt, dass diese Tiere weichselrot-bunt sind. Es soll aber als allgemeine Erfahrung gelten, dass, wenn die Kühe weichselrot gefleckt sind, die Bullenkälber immer eine viel tiefere Farbennuance bekommen. Ich erinnere an eine ähnliche Beobachtung, welche Darwin gemacht hat.[1]) Auf den Schaustellungen werden, wie gesagt, Bullen wie Kühe mit der weichselroten Fleckenfarbe bevorzugt. Es fallen aber von solchen prämiierten Stieren immer zu hell gefleckte Kuhkälber und von den prämiierten Kühen, wie gesagt, immer zu dunkel gefleckte Stierkälber. Die Natur lässt sich auch hier durchaus nicht in die Vorschriften des Farbenformalismus hineinzwängen. Der Tierzüchter ist aber doch gezwungen, ebenso mit den Farben wie mit den Leistungen seiner Tiere zu rechnen. Das Trostloseste bei dieser Sache ist wohl der Umstand, dass gerade durch die Prämiierungen das Zustandekommen der gewünschten Farbengleichheit gehindert wird. Es hat mir sehr gut gefallen, dass mich die Besitzer selbst darauf aufmerksam machten. Ich habe überhaupt bei meinen Besuchen der Kontrollvereine Gelegenheit gehabt, zu finden, dass die Kontrollvereine das Verständnis für die physiologischen Fragen in der Tierzucht und die

[1]) Zweiter Band Variationen etc.

rationelle, praktische Ausführung der letzteren mächtig fördern und den übertriebenen Formalismus vermeiden lehren.

Die Kühe des Herrn Reimers erhielten im Winter pro Kopf und Tag bis zu 3,5 Pfd. Roggenschrot und ebensoviel Haferschrot, 2 Pfd. Erdnussmehl, 1,15 kg Heu. Die Weiden sind reine Naturweiden im Gegensatz zu jenen in Schleswig. Die Kühe werden nicht getüdert und die Futterberechnung ist demgemäss zur Weidezeit für alle Kühe gleich. In der folgenden Tabelle V sind die Zahlen der untersuchten Kühe des Herrn Reimers verzeichnet. Was die Leistungen anbelangt, so stellt sich der Vergleich wie folgt: Die Kühe 1 und 3 wurden im Untersuchungsmonate nicht kontrolliert, weil sie verkalbt hatten. Die fünfjährige Kuh 2 ist eine direkte Schorthorn-Breitenburger Kreuzung und hat den höchsten von mir gefundenen Hämoglobingehalt 100. Durch wiederholtes Nachprüfen erwies sich diese Zahl als richtig und es entspricht ihr auch als Wahrscheinlichkeitsbeweis eine auffallend hohe Erythrocytenzahl. Der Besitzer machte mich darauf aufmerksam, dass die Mutter dieser Kuh eine ausserordentlich gute Milchkuh war,

Tabelle V.

Nr. der Kuh	Alter in Jahren	Laktation in Monaten	Gravidität in Monaten	Lebendgewicht in kg	Monatlicher Ertrag in 28 Tagen		Erythrocytenzahlen	Leukocytenzahlen	Hämoglobingehalt	Verbrauchte Futter-Einheiten
					kg Milch	kg Fett				
1	4	7	3	630	—	—	7880520	6746	85	—
2	5	5	1	655	316	12680	9676815	6392	100	196
3	6	6	2	555	—	—	8680161	7758	75	—
4	6	7	3	560	297	12,26	8663777	7196	85	196
5	6	7	3	505	496	24,52	7219947	7196	92	196
6	7	7	3	580	398	18,05	8268287	11886	84	196
7	8	7	2,5	573	392	16630	8587449	4850	80	196
8	8	3	1	565	549	22980	6767976	6480	73	196
9	10	2	1	515	476	21,31	6222854	9716	64	196

und dass sich diese ihre Eigenschaft erst im späteren Alter zeigte. Wenn man an ein einziges Beispiel Gedanken über den Wert der Kreuzungszucht anknüpfen dürfte, so könnte man diese ausserordentlich gute Blutkonstitution der Kreuzung zuschreiben.

Es folgen die zwei sechsjährigen Kühe 4 und 5. Beide Kühe stehen in demselben Laktationsmonat und in derselben Graviditätszeit, was sie zum Vergleich sehr eignet. Die leistungsfähigere hat eine geringere Erythrocytenzahl, aber einen viel höheren Hämoglobingehalt als die minderleistende Kuh 4. Die Erythrocytenwerte stellen sich wie folgt:

$$\text{Kuh 4} \quad \frac{85}{8\,663\,777} = 0{,}00000097.$$

$$\text{Kuh 5} \quad \frac{92}{7\,219\,947} = 0{,}0000012.$$

Der Unterschied ist zu gering, um in der Frage ausschlaggebend zu sein. Er deutet vielmehr an, dass sich bei gesunden Tieren Qualität und Quantität der Erythrocyten zu ersetzen vermögen. Der Unterschied in der Milchleistung ist höchst wahrscheinlich auf eine schnellere Blutzirkulation, also vielleicht doch auf eine relativ höhere Erythrocytenzahl bei der Kuh 5 zurückzuführen. Die Kuh 5 ist nämlich, obwohl im selben Alter und in derselben Graviditätszeit, um 55 kg leichter (kleiner) als die Kuh 4. Die Kühe 6 und 7 sind verschiedenen Alters, befinden sich aber nahezu in derselben Laktations- und Graviditätszeit. Ihre Blutwerte sind gleich, die Leistungen nahezu gleich. Die im selben Alter stehenden Kühe 7 und 8 eignen sich weniger zum Vergleich wegen der verschiedenen übrigen Verhältnisse. Die Milchleistungen stehen im umgekehrten Verhältnis zu den Blutwerten, aber im richtigen Verhältnis zur Graviditätszeit. Die Kuh 7, welche längere Zeit trächtig ist als die Kuh 8, hat die weitaus höheren Blutwerte. Die Kuh 9 hat keine Vergleichsgenossin und muss übergangen werden.

In der Tabelle VI folgen die untersuchten Kühe des Herrn Bracker.

Eigentlich sind in dieser Tabelle nur die zwei siebenjährigen Kühe 2 und 3 vergleichbar. Die höhere Leistung befindet sich auf Seite der Kuh 2 mit der weitaus höheren Erythrocytenzahl und gleichem Hämoglobingehalt. Die Erythrocytenzahl der Kuh 3 stellt sich aber relativ höher, als die absolute Zahl angibt, wenn man in Rücksicht zieht, dass diese Kuh um 150 kg leichter, also bedeutend kleiner ist als die Kuh 2. Der nicht zu grosse Unterschied in der Leistung, speziell in der Butterleistung zwischen diesen zwei Kühen einerseits und die etwas vorgeschrittenere Trächtigkeit der Kuh 3 anderseits finden dadurch einige Erklärung in Bezug auf die Bluternährung. Es ist möglich, dass die Erythrocytenzahlverminderung der Kuh 3 durch die Trächtigkeit bedingt ist. Die nächstfolgende Kuh 4 aber, welche schon im siebenten Monate der Trächtigkeit steht, zeigt nichts weniger als eine Andeutung einer Verminderung der Erythrocytenzahl. Die Kuh 5 ist ohne Vergleichsgenossin und hat trotz ihres hohen Alters eine sehr hohe Erythrocytenzahl, verbunden mit sehr hohem Hämoglobingehalt.

Tabelle VI.

Nr. der Kuh	Alter in Jahren	Laktation in Monaten	Graviditat in Monaten	Lebendgewicht in kg	Monatlicher Ertrag in 28 Tagen		Erythrocytenzahlen	Hämoglobingehalt	Verbrauchte Futter-Einheiten
					kg Milch	kg Fett			
1	6	3	1	635	540	21,35	7498083	65	196
2	7	3	1	650	599	22,28	7364763	72	196
3	7	5	2	500	532	20,110	5730528	72	196
4	9	7	7	595	395	17,01	7886082	84	196
5	10	3	1	610	487	20,95	8691750	91	196

IV. Gruppe von Kühen des Simmenthalerschlages auf dem K. B. Staatsgute Weihenstephan.

Obwohl diese Kühe keinem Kontrollverein unterstehen, konnten sie doch zu diesen Untersuchungen herangezogen werden, weil die absoluten Leistungen dieser Kühe sehr genau festgestellt werden. Auch was die Fütterung anbelangt, konnte ich ganz genaue Aufzeichnungen bekommen, weil die Gutsverwaltung diesbezügliche spezielle Untersuchungen angestellt hat. Meine Untersuchungen fielen gerade auf das Ende der Schlempefütterung. Es wurden verfüttert pro Kuh und Kopf: 8 Liter Schlempe, 1 Pfund Malzkeime, $^1/_2$ Pfund Bohnen- und Gerstenschrot, 2 Pfund Reismehl, 9 Pfund nasse Biertreber, 25 Pfund Rüben und entsprechende Quantitäten Häcksel von Heu und Haferstroh.

Das Alter der Kühe konnte nur in Kälberzahl angegeben werden. Da wir aber an einer früheren Stelle hervorgehoben haben, dass wir Tiere verschiedenen Alters nur deshalb nicht untereinander vergleichen, weil sie eine verschiedene Milchdrüsenübung hinter sich haben, so dürfen wir bei Kühen mit gleicher Kälberzahl immerhin einen Vergleich wagen.

Zur nächstfolgenden Tabelle VII stellen sich die Vergleiche folgendermassen: Die Kuh 1 hat keine Altersgenossin. Die zwei dreijährigen Kühe 2 und 3 können auch nicht verglichen werden, weil die Kuh 3 trocken steht. Die mit vier Kälbern bezifferten Kühe 4 und 5 zeigen ein umgekehrtes Verhältnis zwischen Milchleistung und Blutwerten. Die minderleistungsfähige befindet sich aber im dritten Monate der Gravidität und im fünften Monate der Laktation. Bei den Kühen 6 und 7 ist die höhere Leistung auf Seite der Kuh 6 mit höherem Hämoglobingehalt und höherer Erythrocytenzahl. Bei dieser Kuh ist aber die Leistung von 34 Tagen berechnet, was freilich den sehr grossen Unterschied in den Leistungen kaum erklären kann. Zu beachten ist aber die Verschiedenheit der Laktationsmonate. Die Kühe 8, 9 und 10 befinden sich auch in verschiedenen

Laktationsmonaten. Die Leistungsunterschiede sind trotzdem nicht gross. Die Kuh 9 mit dem kleinsten Hämoglobingehalt hat eine etwas höhere Milchleistung als die Kuh 10, wird aber in Bezug auf Fettproduktion von den Kühen 8 und 10 überholt. Die Kuh 8 hat die höchste Erythrocytenzahl, eine geringere Milchleistung, aber nahezu gleich hohe Butterproduktion wie die Kuh 10 mit der höchsten Butterziffer. Ich wage es übrigens nicht, aus dieser Gruppe irgendwelche besonderen Schlüsse pro oder contra der vorliegenden Frage zu ziehen, weil die Simmentaler bekanntlich mehr auf Grössenwüchsigkeit als auf Milchleistung gezogen werden. Es müssten hier den Blutwerten in erster Linie der Körperzuwachs und das monatliche Futter gegenübergestellt werden. Diesbezügliche Aufzeichnungen standen mir aber nicht zur Verfügung.

Tabelle VII.

Nr. der Kuh	Alter in Kälberzahl	Laktation in Monaten	Gravidität in Monaten	Monatlicher Ertrag		Erythrocytenzahlen	Leukocytenzahlen	Hämoglobingehalt	Tage der Milchleistung
				kg Milch	kg Fett				
1	2	8	3	152,4	6,738	7359000	—	70	28
2	3	4	—	285,2	10,767	9153515	12927	73	28
3	3	—	—	—	—	8584204	—	75	—
4	4	2	—	404,6	12,842	6902838	8557	60	28
5	4	5	3	273,0	9,555	8402025	10537	75	28
6	5	1	—	523,7	17,170	7889385	7751	72	34
7	5	8	1	289,8	8,778	7259349	9024	65	28
8	7	5	1	294,8	11,059	9879576	13877	82	28
9	7	1	—	316,4	10,211	8352080	9620	70	28
10	7	3	1	313,6	11,133	8640055	10794	79	28

V. Gruppe von Milchkühen der Schwyzer Zucht auf dem Industriegute der Nahrungsmittelfabrik Maggi in Kempttal bei Zürich.

Die Kühe dieser Gruppe unterstehen keinem Kontrollverein. Sie konnten aber dennoch zu den vorliegenden

Untersuchungen herangezogen werden, weil die absoluten Leistungen dieser hochgezüchteten Kühe mit mustergiltiger Sorgfalt kontrolliert werden. Bei der Zuchtwahl dieser Tiere wird nicht nur auf die charakteristischen Rassemerkmale gesehen, sondern insbesondere auf die Milchleistung. Wir haben es also auch bei dieser Gruppe mit einer Milchleistungszucht zu tun, was für unsere Untersuchungen notwendig ist, aus Gründen, die bereits vorausgeschickt wurden.

Im Untersuchungsmonate wurden alle diese Kühe geweidet, erhielten aber neben der Weide per Stück und Kopf: 3 kg Heu, ungeschnitten, 2 kg Heu, geschnitten, $^1/_2$ kg Maisschrot, $^1/_2$ kg Bohnenkrüsch (Kleie).

Bevor wir an die Einzelvergleiche herantreten, wollen wir die nächstfolgende Tabelle VIII einer allgemeinen Betrachtung unterziehen. Zuerst in Bezug auf das Alter der Tiere. Die höchsten Erythrocytenzahlen sind bei den drei- bis fünfjährigen Kühen zu finden, während die älteren eine Neigung zur Abnahme zeigen. Die höchsten Hämoglobinwerte weisen hingegen die älteren Tiere auf.

Ich würde keinen Vergleich zwischen dieser und den vorher besprochenen Gruppen von Kühen ziehen, fühle mich aber dazu veranlasst durch die Untersuchungen E. Schulzes.[1]) Schulz hat nämlich die Blutbeschaffenheit seines Untersuchungsmateriales wiederholt mit der Höhenlage der betreffenden Orte in Zusammenhang zu bringen versucht. Es handelt sich hierbei um Berücksichtigung der vielmals beobachteten und erwiesenen Steigerung der Blutwerte im Höhenklima. Diese Erhöhung der Blutkörperchenzahl und des Hämoglobingehaltes ist, wie sich inzwischen gezeigt hat, eine Reaktion, welche allerdings immer eintritt, wenn Tiere oder Menschen aus tiefen in höher liegende Gegenden versetzt werden. Später soll diese Reaktion durch Erhöhung der Herztätigkeit, des Blutdruckes und Erhöhung der Blutmasse verwischt werden.

---

[1]) a. a. O.

Tabelle VIII.

Nr. der Kuh	Alter in Jahren	Laktation in Monaten	Gravidität in Monaten	Lebendgewicht in kg	Monatlicher Ertrag		Erythrocytenzahlen	Leukocytenzahlen	Hämoglobingehalt
					kg Milch	kg Fett			
1	3½	3	1	480	356,5	12,45	8085270	7871	67
2	4	5	3	562	310	10,23	8934621	—	69
3	4	10	7	515	123	4,58	8360768	4480	69
4	4	—	—	546	—	—	7568028	9100	73
5	5	2	—	585	496	18,84	6837510	6158	65
6	5	10	8	685	155	7,44	8047401	—	90
7	6	2	—	685	511,5	18,92	6873005	5515	82
8	6	13	7	635	310	12,55	7426231	6746	76
9	6	14	6	670	341	13,98	7649740	6158	79
10	6½	7	5	610	387,5	17,43	7022934	—	75
11	7	10	5	655	263,5	10,54	6970088	—	75
12	7	8	5	640	434	16,92	7287162	4000	70
13	7	1	—	660	568	20,44	8575860	8100	86
14	9	14	3	705	372	13,99	6702877	6926	83

Zur Auslösung dieser Reaktion ist aber mindestens ein Aufstieg von über 500 m notwendig. Schulz hat in seiner Arbeit nur Unterschiede von 400 m hervorgehoben. Tiere, welche im Höhenklima geboren sind, zeigen selbstredend diese Reaktion nur unter entsprechenden Bedingungen und ihre Blutbeschaffenheit kann in Bezug auf absoluter Blutkörperchenzahl und Hämoglobingehalt der Blutbeschaffenheit der Niederungstiere ganz gleich sein. Die Zahlen in der vorliegenden Tabelle VIII zeigen demgemäss dieselben Variationsschwankungen wie die Zahlen aller übrigen untersuchten Gruppen. Mittelzahlen aus den einzelnen Tabellen herauszurechnen und sie einander gegenüber zu stellen, wäre also unzulässig, weil das ermittelte Verhältnis auf Zufällen beruhen würde und nur zur Beantwortung einer nicht einmal aufstellbaren Frage dienen könnte.

Die Einzelvergleiche in der Tabelle VIII ergeben folgendes: Zu den 4jährigen Kühen 2, 3 und 4 können wir bei Ver-

gleichen auch die Kuh 1, welche $3^1/_2$ jährig ist, hinzunehmen. Die höchsten Erythrocytenzahlen haben die zwei trächtigen Kühe 2 und 3. Mit der nächstfolgenden dritthöchsten Zahl kommt die Kuh 1, welche im ersten Monate der Gravidität steht. Die Kuh 4, welche unmittelbar vor diesen Blutuntersuchungen abgekalbt hat und deshalb in diesem Monate nicht kontrolliert wurde, weist die niedrigste Erytrocytenzahl auf. Der Vergleich mit den Leistungen ist ausserordentlich schwierig, weil die Kühe in den verschiedensten Laktations- und Graviditätszeiten stehen. Aus diesem Grunde ist es auch schwer, die Blutwerte mit den Körpergewichten in Zusammenhang zu bringen. Die Erythrocytenzahl der Kuh 1 erhöht sich relativ wegen des geringeren Lebendgewichtes. Ebenso die Erythrocytenzahl der Kuh 3. Die Kuh 4 zeigt durch ihren höchsten Hämoglobingehalt eine Andeutung bezüglich der Kompensation zwischen Erythrocytenzahl und Erythrocytenwert. Der Hämoglobinwert ist aber nur der Kuh 1 gegenüber um etwas höher als es unsere Versuchsfehlergrenze zulässt.

Wir vergleichen im Folgenden die fünfjährigen und die sechsjährigen, weil dann leichter etwaige Uebereinstimmungen in Bezug auf Laktations- und Graviditätszeiten ausfindig zu machen sind.

Nach der Gravidität bilden die Tiere die folgende Reihe:

Kuh 6 im 8. Monate gravid,	8 047 401	Erythrocyten	Hb. 90
Kuh 8 im 7. Monate gravid,	7 426 231	„	„ 76
Kuh 9 im 6. Monate gravid,	7 649 740	„	„ 79
Kuh 5 nicht trächtig	6 837 510	„	„ 65
Kuh 7 nicht trächtig	6 873 005	„	„ 82

Die Erythrocytenzahl steigt augenscheinlich parallel mit der Trächtigkeitszeit, also mit der Steigerung der Uterinernährung. Nicht ganz ebenso der Hämoglobingehalt. Wir werden im Weiteren sehen, dass der Hämoglobingehalt die Rolle eines Kompensationsfaktors in verschiedenster Beziehung zu spielen vermag.

In der Leistung können zunächst nur die zwei nichtträchtigen Kühe 5 und 7 verglichen werden. Beide Kühe

stehen auch in demselben Laktationsmonate. Die Kuh 5 ist um 100 kg leichter d. h. kleiner als die Kuh 7. Ihre Blutkörperchenzahl stellt sich demgemäss relativ bedeutend höher. Die Kompensation in Bezug auf die Gleichheit der Blutbeschaffenheit dieser Kühe findet durch den Hämoglobingehalt statt, indem die Kuh 7 einen viel höheren Hämoglobingehalt aufweist als die Kuh 5. Die Leistungen stellen sich infolgedessen nahezu gleich; bei der Kuh mit dem höheren Hämoglobingehalt unbedeutend quantitativ höher.

Nach den Leistungen stellen sich die trächtigen Kühe 6, 8 und 9 wie folgt:

Kuh 6 ernährt einen 8 Monate alten Fötus von ca. 12 kg, gibt noch 155 kg Milch mit 7,44 kg Butter, hat 8 047 401 Erytrocyten, Hämoglobingehalt 90.

Kuh 8 ernährt einen 7 Monate alten Fötus mit ca. 5 bis 6 kg, gibt 310 kg Milch und 12,55 kg Butter. Erythrocytenzahl 7 426 231, Hämoglobingehalt 76.

Kuh 9 ernährt einen 6 Monate alten Fötus von ca. 3 bis 4 kg, gibt 341 kg Milch und 13,98 kg Butter. Erythrocytenzahl 7 649 740, Hämoglobingehalt 79.

Nach dem Körpergewicht dürfte man für die Kuh 8 eine relativ höhere Erythrocytenzahl annehmen. Die gleichaltrigen Kühe 8 und 9 haben also ganz gleiche Blutwerte. Auch die Leistungen sind als gleichwertig anzunehmen, weil die Kuh 8 einen grösseren Fötus neben ihrer Milchleistung noch ernähren muss. Die im achten Monate der Gravidität stehende Kuh 6 ist um 1 Jahr jünger als die beiden eben besprochenen, hat einen doppelt so schweren Fötus zu ernähren und zeigt nebenbei noch eine annehmbare Milchleistung. Die Erythrocytenzahl ist die höchste, der Hämoglobingehalt der höchste der ganzen Kolonne. Wenn man diese Kuh mit der ihr gleichaltrigen und nicht trächtigen Kuh 5 vergleicht, ist man auch gezwungen, anzunehmen, dass sich die Blutwerte in der Zeit der Trächtigkeit eher erhöhen, als vermindern. Ich bin auch sehr geneigt, anzunehmen, dass die placentare Ernährungsfunktion der Mutter

höhere oder mindestens gleiche Anforderungen an die Blutkonstitution stellt wie die postembryonale Ernährungsfunktion, nämlich die Milchsekretion.

Es folgen die $6^1/_2$jährige Kuh 10 und die siebenjährigen Kühe 11, 12 und 13. Von diesen stehen die erstgenannten drei im 5. Monat der Gravidität, während die Kuh 13 nicht trächtig ist. Die nicht trächtige hat die höchste Erythrocytenzahl und fällt damit aus dem Rahmen ihrer Altersgenossinnen heraus, für welche zu konstatieren ist, dass sie wegen ihres Alters tiefere Erythrocytenzahlen aufweisen. Diese Kuh hat auch den zweithöchsten Hämoglobingehalt der ganzen Gruppe. Ihre Leistung ist auch die höchste der ganzen Reihe. Ich will aber betonen, dass sie im ersten Laktationsmonate steht. Die drei Kühe, welche im fünften Monate der Trächtigkeit sind, haben ganz gleiche Blutwerte. Nach dem Körpergewicht müssten sich aber diese Werte zu der folgenden Reihenfolge verschieben:

Kuh 10 . . . 610 kg . . . 7022934 Erythrocyten.
Kuh 12 . . . 640 kg . . . 7287162 „
Kuh 11 . . . 655 kg . . . 6970088 „

Die Gewichtsunterschiede betragen 30 und 45 kg. Die leichteren Tiere haben relativ höhere Blutwerte. Es zeigen auch hier die Milchleistungen eine Erhöhung im umgekehrten Verhältnis zum Körpergewicht. Die Verschiedenheit der Laktationsmonate stört zwar ein wenig diesen Vergleich. — Die Kuh 14 hat keine vergleichbare Altersgenossin. Wenn man diese Kuh aber mit einigen jüngeren Kühen dieser Gruppe, welche in ähnlichen Graviditätsverhältnissen stehen, vergleichen würde, dann müsste man konstatieren, dass für die geringere Erythrocytenzahl ein höherer Hämoglobingehalt vicariiert. Die Milchleistung ist in Anbetracht des 14. Laktationsmonates recht leidlich.

Diese Gruppe war höchst belehrend für die Frage der Blutkörperchenzahl zur Zeit der Trächtigkeit und für die Frage der physiologischen Ersatzfähigkeit des Hämoglobingehaltes für die Blutkörperchenzahl, also der Qualität für Quantität.

Betrachtungen und Ergebnisse.

Die behandelte Frage an sich und die verfügbaren Experimentationsmittel, sowie die Zugänglichkeit des Forschungsobjektes überhaupt, sind, wie bei allen physiologischen Untersuchungen, derart, dass die experimentell oder durch direkte Beobachtung gewonnenen Zahlenwerte dem Wert eines exakten Versuches nicht gleichkommen können. Unsere Zahlen bieten nur eine Reihe von Einzelbeispielen, welche zur aufgestellten Frage Beweise der Wahrscheinlichkeit oder der Unwahrscheinlichkeit liefern. Der Wahrscheinlichkeitsbeweis genügt aber ebensowenig wie der sogenannte Beweis durch sprechende Zahlen, wenn er nicht die Kraft besitzt, bisherige bezügliche Erfahrungen gänzlich zu widerlegen oder sich ihnen logisch anzuschliessen.

In diesem Kapitel wollen wir uns der schwierigen Aufgabe unterziehen, durch allgemeine Betrachtung unseres Zahlenmaterials den Wert desselben für die Lösung unserer gestellten Frage zu bemessen. Wir wollen unser Zahlenmaterial auf seine Beweiskraft prüfen, indem wir es mit den bezüglichen bereits gewonnenen Erfahrungen in Zusammenhang oder berechtigten Widerspruch bringen.

Zuerst einiges über die absolute Höhe der Erythrocytenzahlen. Wir finden in unseren Tabellen Zahlen der absoluten Höhe von rund 6 bis $9^1/_2$ Millionen Erythrocyten im mm^3 Blut. Für das menschliche Blut hat man durch theoretische Berechnung 8 872 500 Erythrocyten als die grösstmögliche Ziffer ermittelt, welche ein mm^3 Blut bei gewöhnlicher Blutkörperchengrösse enthalten kann.[1]) Das Blut der Pflanzenfresser hat aber bekanntlich eine andere Zusammensetzung

[1]) Notnagel's „Spezielle Pathologie und Therapie. 1901. VIII.

als das Blut der Fleischfresser und Omnivoren. Wegen des bedeutend geringeren Hämoglobingehaltes des Pflanzenfresserblutes kann eine Kompensation durch Vergrösserung der respiratorischen Oberfläche wie folgt stattfinden:

1. Durch Vermehrung der Blutkörperchenzahl.
2. Durch Verringerung der Blutkörperchengrösse.

Da sich diese beiden Umstände mehr oder weniger gegenseitig bedingen, werden sie auch immer gleichzeitig eintreten. Wenn man noch berücksichtigt, dass es sich in diesen Untersuchungen um Tiere handelt, welche ein viel höheres Lebensgewicht haben als der Mensch, so muss man von vorneherein annehmen, dass sich die höchstmögliche Erythrocytenzahl im mm^3 Rinderblut höher stellen wird, als die früher erwähnte theoretisch berechnete Erythrocytenzahl im mm^3 Menschenblut. Ich habe bereits hervorgehoben, dass es möglich ist, dass die Aichung der gebrauchten May'schen Pipette um eine Kleinigkeit ungenau sein könnte, will aber hinzufügen, dass dieser eventuelle Fehler nach dem Wahrscheinlichkeitskalkul, welcher aus den gewonnenen Zahlen hervorgeht, sicherlich sehr gering ist. Ich will es auch nur diesem Umstande, nämlich der Aichung der Pipette zuschreiben, dass die Erythrocytenzahlen, welche Schulz bei seinen Untersuchungen von Rinderblut bekommen hat[1]), vielmehr Aehnlichkeit mit Menschen- als mit Rinderblut haben. Jedenfalls werden Vergleichsversuche dadurch nicht beeinträchtigt, wenn nur, wie bereits betont, immer dieselbe Verdünnungspipette gebraucht wurde.

Aus der absoluten Höhe unseres Zahlenmaterials geht aber wohl hervor, dass das Rinderblut im Durchschnitt und nach den von mir gefundenen höchsten Zahlen höhere Werte in Bezug auf die Erythrocytenzahl und geringere Werte in Bezug auf den Hämoglobingehalt im mm^3 Blut als das menschliche Blut aufweist.

---

[1]) a. a. O.

Wir wollen nun im Weiteren den relativen, d. h. den Vergleichswert der Zahlen einer zusammenfassenden Betrachtung unterziehen, und die Beweiskraft zur gestellten Frage feststellen. Es handelt sich vornehmlich um die Frage der Abhängigkeit der Leistungsfähigkeit von der Blutbeschaffenheit der Tiere.

M. Wilkens wendete sich gegen die Vollblutfanatiker mit folgenden Worten: „Die Uebung macht die Leistung und nicht das Blut".[1]) Er korrigierte sich aber unwillkürlich selbst, indem er sagte: „Auch der Ausspruch eines preussischen Vollblutmannes, des Herrn E. von Knebel-Döberitz in der Landw. Tierzucht vom 9. November 1892: „Blut ist der Saft, der Leistung schafft", spricht allen Tatsachen der neueren Physiologie Hohn. Aus diesen (siehe u. a. L. Hermann's Lehrbuch der Physiologie, 10. Aufl. Berlin 1892. pag. 58) ergibt sich vielmehr, dass das Blut nur der Träger der Nährstoffe und des eingeatmeten Sauerstoffes ist und lediglich dem tierischen Stoffwechsel dient. Mit der Leistung hat das Blut nur insofern zu tun, als alle leistungsfähigen Organe auch Nahrungsstoff und Sauerstoff bedürfen."[2]) Bevor ich mich in eine Kritik dieser Worte einlasse, möchte ich hervorheben, dass sich Wilkens mit diesen seinen Worten gegen die übertriebenen Vollblutbewunderer wendete und zwar gegen jene, welche die Reinrassigkeit und Abstammung betonen und mit der Leistungsfähigkeit in Zusammenhang bringen wollten. Im physiologischen Sinne hielt Wilkens, wie wir aus seinen eigenen Worten sehen können, ebenso auf eine gesunde Blutkonstitution und Bluternährung, wie wir auch, und alle naturwissenschaftlich gebildeten Tierzüchter. Auch sogenannte rasselose Tiere und Kreuzungsprodukte können eine höchst gesunde Blutkonstitution besitzen. Es ist sogar eine tierzüchterische Er-

[1]) Bemerkungen über Prof. Wilkens Ansichten über Pferdezucht von Baron L. Wattmann. pag. 25.

[2]) M. Wilkens, Der Distanzritt und die Vollblutfrage. Wien 1893. pag. 48.

fahrung ersten Ranges, welche schon Darwin hervorgehoben hat,[1]) dass durch Kreuzungen die physiologische Konstitution der Tiere in hohem Masse gehoben werden kann.

Wir befinden uns in vollkommenster Uebereinstimmung mit Wilkens, wenn er sagt, dass das Blut lediglich dem tierischen Stoffwechsel dient. Was ist aber Leistung anderes als Stoffwechsel und Funktion der Körperzellen. Die leistungsfähigste Zelle kann nicht funktionieren, wenn ihr durch das Blut kein Ernährungsstoff zugeführt wird. Ich erlaube mir an dieser Stelle Endlich[2]) zu zitieren, welcher sich gegen Wilkens mit folgenden Worten wendet: „Nach den neueren Physiologen ist aber im Stoffwechsel die eigentliche Kraftquelle zu suchen, welche sich in den verschiedensten Leistungen des Organismus äussert. Mit einer Abnahme der Stoffzufuhr seitens des Blutes und mit der darauffolgenden Verringerung der Intensität des Stoffwechsels gehen auch die körperlichen Leistungen zurück. Wenn nun das Blut den Stoffwechsel vermittelt, in letzterem aber die Leistungen begründet sind, so muss auch das Blut einen wesentlichen Einfluss auf die Grösse der Leistungen haben."

Es war mein Hauptbestreben, in der Einleitung den Zusammenhang der funktionierenden Milchdrüsenzellen und der stoffzuführenden Blutflüssigkeit festzustellen. Wir konnten in jenen Betrachtungen auf der Grundlage der neuesten Erfahrungen über die Milchdrüsenfunktion (ohne weiteres) zu dem Schluss gelangen:

1. Dass die Funktion der Milchdrüsenzellen von der Blutzufuhr direkt abhängig ist.

2. Dass die Funktion der Milchdrüsenzellen durch Ernährung bis zu einer Maximalgrenze gesteigert werden kann.

3. Dass diese Zellenfunktion sogar über diese Maximalgrenze, im Sinne einer Zellenvariation und Hebung der

---

[1]) Darwin, Das Variieren der Pflanzen und Tiere, 2. Bd.

[2]) Endlich, Die physiologischen Unterschiede schwerer und edler Pferde. Leipzig 1903.

Zellenvirulenz, nämlich durch Uebung und entsprechende Ernährung beeinflusst werden muss.

Zellenernährung, also Stoffwechsel der Zellen und Zellenfunktion sind als physiologische Begriffe überhaupt nicht zu trennen. Der Stoffwechsel wird aber einzig und allein durch das Blut vermittelt und dadurch bedingt. Diese Feststellung wollten wir durch unsere Untersuchungen der Blutbeschaffenheit bekräftigen. Natürlich konnte es sich der Einfachheit halber, welche im Interesse jeder experimentellen Untersuchung liegt, nur um die Berücksichtigung einzelner Faktoren der Blutbeschaffenheit handeln.

Es liegt bereits eine sehr interessante Studie vor, welche den Zusammenhang zwischen Leistungsfähigkeit und Blutbeschaffenheit bei edlen und schweren Pferden behandelt. Diese ausgezeichnete Arbeit ist von R. Endlich[1]) und stützt sich auf eigene Hämoglobinbestimmungen mit dem kolorimetrischen Apparat von Fleischl und auf ein sehr grosses und kritisch gewähltes Material der einschlägigen Literatur. Eine zweite bezügliche Arbeit liegt von Schulz[2]) vor, auf welche Verfasser wiederholt zurückzukommen Gelegenheit hatte, weil diese Arbeit ebenfalls die Beziehungen der Milchleistung zur Blutbeschaffenheit behandelt.

Endlich kommt in seinen Untersuchungen zu dem Resultat, dass die edlen Pferde im Mittel mehr Hämoglobingehalt in mm^3 Blut aufweisen als die kaltblütigen Pferde. Nebenbei ist noch hervorzuheben, dass auch der Gesamthämoglobingehalt bei edlen Pferden bedeutend höher ist als bei schweren Pferden, weil die gesamte Blutmenge absolut und relativ (in Bezug auf Körpergewicht) bedeutend höher ist. Endlich schliesst daraus mit Recht, dass die edlen Pferde physiologisch leistungsfähiger sind als die unedlen oder schweren Pferde. Es ist im Interesse des Gegenstandes sehr bedauerlich, dass Endlich keine Erythrocytenzählungen vorgenommen hat. Ist es doch nach den Ergebnissen von

[1]) und [2]) a. a. O.

Endlich sehr wahrscheinlich, dass die edlen Pferde auch höhere Erythrocytenzahlen pro mm^3 Blut haben als die schweren Pferde.

Wir haben bereits hervorgehoben, dass ein relativer Hämoglobinmangel hauptsächlich durch Oberflächenvergrösserung der Hämoglobinträger kompensiert werden kann, also durch Vermehrung der Erythrocytenzahl. Wir wollen nun die Frage der Leistungsfähigkeit hier anknüpfen und prüfen, ob die obige Annahme auch durch unsere Untersuchungsbeispiele unterstützt werden kann.

In allen unseren Beispielsreihen, wo die Vergleichsfälle nicht durch Komplikationen, wie durch Verschiedenheiten der Laktationszeit, der Laktationsjahre, des Trächtigkeitszustandes und des Körpergewichtes gestört werden, finden wir, dass mit einer gesunden Blutkonstitution, also mit einer höheren Erythrocytenzahl und höherem Hämoglobingehalt auch höhere Milchleistungsfähigkeit verbunden ist.

Die bezüglichen Fälle sind aber leider wegen der Natur des Untersuchungsobjektes in der Minderzahl, und wir sind gezwungen, auch jene Fälle zu berücksichtigen, welche durch Komplikationen eine zum Teil gestörte Beweiskraft besitzen. Die letzteren Beispiele bekräftigen aber in der Mehrzahl dasselbe, was die angezogenen komplikationsfreien Beispiele beweisen, obwohl man das Gegenteil zum Teil erwarten durfte. Bei Betrachtung der Blutbeschaffenheit zur Zeit der Gravidität sowie in Bezug auf die Körpergrösse ergaben sich auch manche Beweise. Bevor wir aber in eine Betrachtung der bezüglichen Verhältnisse eintreten, müssen wir uns der Beantwortung der Frage zuwenden, wie es mit dem Verhältnis und der Ersatzfähigkeit zwischen Hämoglobingehalt und Blutkörperchenzahl steht. Wir hatten nämlich in unseren Vergleichsreihen wiederholt Gelegenheit, auf Fälle hinzuweisen, wo ein höherer Hämoglobingehalt für eine geringere Erythrocytenzahl vicariierend eintritt. Wir haben dies speziell bei jenen trächtigen Kühen gefunden, welche eine Vermin-

derung der Blutkörperchenzahl zeigten. Dieses Eintreten höherer Erytrocytenwerte für geringere Erythrocytenzahl konnten wir bei einigen Beispielen auch in Bezug auf die Leistungsfähigkeit konstatieren. Obwohl dieser Umstand ohne weiteres physiologisch verständlich ist, erlaube ich mir dennoch auch auf das bezügliche empirische Beweismaterial aus der hämatologischen Literatur hinzuweisen. Hier möchte ich in erster Linie die bereits erwähnte Reaktion des Blutregulationsapparates im Höhenklima hervorheben. Nebst Beschleunigung der Herzfunktion und Atmung findet bekanntlich auch eine Steigerung der Erythrocytenzahl als erste Reaktionserscheinung statt. Der Hämoglobingehalt steigt anfänglich fast gar nicht, d. h. die Erythrocytenwerte bleiben verhältnismässig sehr niedrig. Erst nach einiger Zeit steigt auch der Hämoglobingehalt. Gleichzeitig mit diesem Ansteigen der Dignität der Erythrocyten findet eine Abnahme ihrer Zahl statt und zwar in vielen Fällen nahezu bis auf die Höhe vor der Reaktion. Es tritt also auch hier Erythrocytenwert für Erythrocytenzahl ein. Das Nämliche ist von der Erneuerung des Blutes nach grossen Blutverlusten, welche durch Hämorrhagien oder hämolytisch wirkende Krankheiten verursacht wurden, zu sagen. Auch in diesen Fällen findet zuerst eine Vermehrung der Erythrocytenzahlen statt und später eine Verringerung zufolge Kompensation. Aus alledem geht hervor, dass ein höherer Hämoglobingehalt für eine höhere Erythrocytenzahl und umgekehrt eintreten kann und dass dies auch in der Leistungsfähigkeit der Tiere zum Ausdruck kommen muss. Einige unserer Beispiele haben dies genügend bestätigt. Aus dieser Erfahrung geht aber auch von selbst das bereits hervorgehobene Ergebnis hervor, dass jene Tiere die höchstleistungsfähigsten sein werden, welche eine höhere Erythrocytenzahl mit einem höheren Hämoglobingehalt in einem Vergleichsfalle vereinen.

Da wir konstatieren konnten, dass ein höherer Hämoglobinwert für höhere Erythrocytenzahl vicariierend eintritt,

so müssen wir den Versuch, einer bestimmten Leistung eine bestimmte Erythrocytenzahl zuzuschreiben, wie dies E. Schulz getan hat,[1]) für sehr gewagt halten. Die Erythrocytenzahl kann nämlich durch eintretende besondere Momente, wie durch höheren oder tieferen Hämoglobingehalt, durch kleineres oder grösseres Körpergewicht, durch verschiedene Herztätigkeit und Pulsfrequenz, verschiedene Lungengrösse und Atmungsintensität, einen ganz verschieden physiologischen (relativen) Wert bekommen. Man kann die Frage nur prinzipiell beantworten und durch einzelne vergleichbare Fälle bestätigen, man kann aber nicht bestimmte absolute Erythrocytenzahlen mit bestimmten Leistungsgrössen ohne Berücksichtigung anderer Umstände in Zusammenhang bringen. Ein solcher Versuch kann nur irreführend wirken, weil er den komplizierten Blutregulationsapparat in eine wohl einfache, aber unrichtig zugeschnittene Norm zwängt. Abgesehen von dem allen muss noch betont werden, dass eine solche Norm auch nicht durch berechnete Mittelzahlen konstruiert werden kann, da die letzteren unter verschiedenen Umständen keine Geltung haben. Das eben Gesagte wird durch weitere Betrachtungen über die Blutbeschaffenheit in Bezug auf die Körpergrösse und in Bezug auf die Graviditätszeit noch besser begründet werden.

Bei der Besprechung des Versuchsmaterials wurden wiederholt Beispiele gefunden, wo sich die Blutkörperchenzahl wegen des geringeren Lebendgewichtes der Tiere relativ erhöht und dieser Umstand in der Leistung zum deutlichen Ausdruck gelangt. Diese Erscheinung wurde bereits an einer Stelle durch ein kurzes Zitat von Vierordt begründet und es handelt sich hier nur noch darum, den empirischen Beweis dieser Tatsache zu erbringen. Durch Erythrocytenzählungen verschiedener Tiere hat man die Erfahrung erlangt, dass kleinere Tiere wegen ihrer rascheren Blutzirkulation weniger Erythrocyten benötigen als grössere Tiere. Das Kaninchen

[1]) a. a. O. S 25, 27, 33.

hat im Mittel nur drei bis vier Millionen Erythrocyten im mm^3 Blut. Da ich selbst Gelegenheit hatte, bei meinen Probeversuchen das Blut eines Kaninchens, welches mir das Pathologische Institut der Tierärztlichen Hochschule zu München gütigst zur Verfügung stellte, zu untersuchen, kann ich den geringeren Erythrocytengehalt des Kaninchenblutes bestätigen. Der Mensch hat bekanntlich sechs bis sieben Millionen durchschnittlich im mm^3 Blut. Die Frauen, welche im grossen Durchschnitt ein geringeres Körpergewicht haben, als die Männer, weisen auch entsprechend tiefere Erythrocytenzahlen auf und zwar fünf bis sechs Millionen im Mittel. Unsere Untersuchungen haben ergeben, dass die Rinder viel höhere Erythrocytenzahlen im mm^3 Blut aufweisen können als die Menschen. Wir haben aber auch, wie bereits erwähnt, Beispiele gefunden, welche die Erfahrung Vierordt's bestätigen, nämlich, dass Tiere derselben Art, aber kleineren Körpergewichtes relativ höhere Blutwerte aufweisen können und dass dies in der Leistung zum Ausdruck gelangt. Wir müssen daraus schliessen, dass sich aus ernährungsphysiologischen Gründen eventuell kleinere Tiere derselben Zucht zur Milchproduktion besser eignen als grössere, weil sie relativ höhere Blutwerte haben.

Es ist von Interesse an dieser Stelle zu zeigen, wie sich dieses Ergebnis zu den aus der landwirtschaftlichen Praxis gewonnenen Erfahrungen verhält. Die meisten Belege dafür befinden sich in Professor Potts „Formalismus in der landwirtschaftlichen Tierzucht“ [1]). Dort heisst es u. a.: „Es ist, was durch die Rubner'schen Versuche bestätigt worden, auch der Eiweisszerfall, wahrscheinlich aber ebensowohl der Eiweissansatz bei kleineren Tieren für die Körpergewichtseinheit beträchtlich grösser als bei den grossen und deshalb produzieren die ersteren im Verhältnis zu ihrer Körpergrösse nicht bloss mehr Wärme und Kraft, sondern auch mehr

[1]) Wie oben. Stuttgart 1899. S. 26—37.

Fleisch, Milch, Wolle, wahrscheinlich auch mehr Fett. Die kleineren Tiere weisen also überhaupt einen verhältnismässig grösseren Stoff- und Energieumsatz sowie -Ansatz auf, und sie können mithin auch ein relativ grösseres Produktionsfutter verwerten".

Als Beispiele aus der Praxis wollen wir nur solche herausgreifen, welche sich auf die Milchproduktion beziehen. In dem genannten Werke von Professor Pott finden wir diesbezüglich folgende Ausführungen: „Beim Milchvieh ist die Ueberlegenheit der kleineren im Vergleich zu den grossen Kühen bereits als definitiv festgestellt zu betrachten. Die relativen Milchleistungen der Jerseys, des irländischen Kerryviehes, der Angler und anderer kleiner Schläge, sowie der unter mittelgrossen Ayrshires, sind unübertroffen. Die betreffenden Tiere verlangen eine reichliche Fütterung, verwerten dieselbe aber um so höher, weil ihre durch einen energischen Stoffwechsel bedingte höhere Futterverwertung den Nachteil der verhältnismässig grösseren Körperoberfläche mehr als aufwiegt". Zu diesen Ausführungen und den Belegen zu denselben sind die folgenden neueren Erfahrungen nachzutragen. Bei der Melkkonkurrenz in St. Louis 1904 waren von den 15 besten Kühen, bei welchen der Wert der Butter 39,79—50,52 Dollars über die Futterkosten betrug, 14 kleine Jerseykühe (mittleres Lebendgewicht der konkurrierenden Jerseys 984 amerikanische Pfund und nur eine Holländerin (mittleres Lebendgewicht der konkurrierenden Holländer 1339 Pfund), Am schlechtesten waren bei dieser Gelegenheit in Bezug auf die Futterverwertung die schweren Shorthorns und Schweizer [1]). Ebenso sprechen die Rassenprüfungen, welche Ramm in Poppelsdorf ausgeführt und Hansen fortgesetzt hat, dafür, dass sich kleinere Rassen und Schläge für die Milchproduktion besser eignen als grosse und grösste [2]). — Das wirtschaftliche Moment bei dieser

[1]) Deutsche landw. Presse. 1906. S. 56.

[2]) S. Hansen: Ueber Mittel zur Hebung der Leistungsfähigkeit unserer Rindviehzucht mit besonderer Rücksicht auf die Fütterung. Landw. Ztg. f. d. Rheinprovinz, 1902, Nr. 14.

Frage zeigen am besten die Berichte von König-Münster[1]), wonach in verschiedenen Abmelkwirtschaften unter den Kühen von 800—1000 Pfund Lebendgewicht die einzelnen Tiere durchschnittlich pro Tag 12—14,2 l Milch lieferten mit Futterkosten pro 1 l Milch von 8.1—10.4 Pfg., während Kühe mit 1100—1300 Pfund Lebendgewicht durchschnittlich nur 12—15 l Milch gaben mit den höheren Futterkosten von 11—12 Pfg. pro l Milch.

Da aber grosse und kleine Rassen und Schläge mit Erfolg auf Milch gezüchtet werden, so scheinen mir jene Beispiele am zutreffendsten zu sein, welche innerhalb einer Zucht zu finden sind. Mit Bezug darauf finden wir in Pott's „Formalismus“[2]) verzeichnet, dass die im Mai 1897 in Hamburg ausgestellten bestmelkenden ostfriesischen Holländerkühe, sowie die Kühe beim Probemelken 1896/7, veranstaltet vom preussischen Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten . . . durchaus nicht zu den grössten, sondern zu den mittleren und kleineren Individuen ihres Schlages gehörten. In Strebels Bericht der Hohenheimer Rindviehherde[3]) sind ebenfalls die kleineren und leichteren Kühe als die besten Milchkühe bezeichnet und es soll sogar der Milchertrag pro 100 Pfund Lebendgewicht mit Zunahme des Körpergewichtes abnehmen.

Auch die Untersuchungen von Backhaus-Königsberg haben ergeben, dass hohes Lebendgewicht nicht mit hoher Milchleistung verbunden ist[4]).

Das Hauptergebnis der vorliegenden Untersuchungen ist aber jenes, welches in Bezug auf die Blutbeschaffenheit zurzeit der Trächtigkeit gewonnen wurde. Dieses Ergebnis ist umso wichtiger, weil es zur prinzipiellen Beantwortung der Frage eines Zusammenhanges zwischen höheren Blut-

---

[1]) Illustr. landw. Ztg. 1901. Nr. 96.

[2]) Wie oben.

[3]) Die Hohenheimer Rindviehherde. 1901. S. 64.

[4]) Berichte des landw. Institutes der Univers. Königsberg. II. S. 34.

werten und gesteigerten Ernährungsfunktionen am besten zu dienen vermag.

In der hämatologischen Literatur sind zurzeit in Betreff der Ansichten über die Blutbeschaffenheit während der Trächtigkeit zwei Parteien vertreten. Die eine behauptet, dass eine Verringerung der Erythrocytenzahlen stattfindet, die andere hingegen behauptet eine Steigerung der Erythrocytenzahlen. Wir waren in der Lage bei unserem Untersuchungsmaterial beiderlei Erscheinungen zu finden. Dieser Umstand hat uns genötigt, den einschlägigen Verhältnissen näher zu treten. Wir mussten voraussetzen, dass der wachsende Fötus eine grössere Avidität zu dem im Körper der Mutter verfügbaren Nährstoffen hat, als die Zellengewebe der Mutter; wir mussten auch voraussetzen, dass dadurch eine Ernährungskonkurrenz zwischen den Zellengeweben des Muttertieres und des Fötus entsteht. Diese Ernährungskonkurrenz ist sogar äusserlich bemerkbar, nämlich an den sogen. Hornringen, an den Absätzen („Knick") der Wolle und der Haare und am Zurückbleiben des Körperwachstums bei jugendlichen Müttern. Das blutbildende Gewebe ist aber auch ein Körpergewebe der Mutter und unterliegt ohne Zweifel ebenfalls einem relativen Nahrungsmangel zurzeit der Trächtigkeit wegen der entstandenen Ernährungskonkurrenz. Nach alledem sollte man allerdings annehmen, dass von einer Vermehrung der blutbildenden Gewebe zurzeit der Trächtigkeit normaler Weise nicht gesprochen werden könnte. Die Frage kommt aber in ein ganz anderes Licht, wenn man berücksichtigt, dass die Erythrocyten der Mutter den Stoffwechsel der Mutter sowohl wie den Stoffwechsel des wachsenden Fötus vermitteln. Die Erythrocyten der Mutter besorgen die Sauerstoffzufuhr, die Kohlensäureabfuhr und noch andere sehr bedeutende ernährungsphysiologische Dienste für das trächtige Muttertier ebensogut wie für den wachsenden Fötus. Selbst jene Nährstoffe, welche von den während der Trächtigkeit abnehmenden Körpergeweben der Mutter herstammen, werden durch das Blut der Mutter dem Fötus übermittelt. Es liegt also

auf der Hand und ist im ernährungsphysiologischen Interesse des Fötus gelegen, dass sich die Blutwerte der Mutter mindestens nicht verringern, wenn schon nicht erhöhen. Der Verfasser möchte hier einschalten, dass es ihm durchaus ferne liegt, durch teleologische Betrachtungen einen Beweis zu liefern. Es kann sich hier nur um empirische Beweise handeln und möge deshalb noch folgendes geltend gemacht werden:

Durch das Anwachsen des Uterus und durch seine zunehmende Blutfüllung wird der grosse oder der Körperblutkreislauf gegenüber dem kleinen oder Lungenblutkreislauf absolut und relativ vergrössert. Die Folgeerscheinungen sind: Zunächst hat das Herz eine grössere Pumpfunktion zu leisten. Es wurde auch konstatiert, dass mit zunehmender Trächtigkeit das Herz hypertrophiert (Arbeitshypertrophie nach Ellenberger[1]). Aus diesem Grunde ist auch bekanntlich bei Frauen mit einem Herzfehler die Schwangerschaft eine grosse Gefahr. Eine weitere Abhilfe zur genügenden Blutversorgung der Gewebe würde eine Vertiefung der Respiration sein. Diese Abhilfe kann aber kaum in Betracht kommen, weil durch das Heranwachsen des Fötus das Zwerchfell gegen die Brusthöhle gedrängt wird. Eine weitere Abhilfe wäre eine Abnahme der Blutfülle in den peripheren Körperteilen durch Verengung der Gefässe, damit sich das Blut mehr auf das Innere des Körpers konzentriert. Die wirksamste Abhilfe ist aber eine Steigerung der Blutwerte, also eine Vermehrung der Erythrocytenzahl und des Hämoglobingehaltes im mm^3 Blut. Eine solche Blutregulation tritt auch bei anderen physiologischen oder pathologischen Veränderungen auf wie z. B. bei Asthma, Herzfehlern, im Höhenklima, bei gesteigerten körperlichen Anstrengungen, und sie ist auch zurzeit der Trächtigkeit als normal anzunehmen. Eine solche Erhöhung wurde auch bereits wieder-

[1]) Handbuch der tierärztlichen Geburtshilfe von Dr. L. Franck. Berlin 1901. Seite 143.

holt konstatiert und in unseren Beispielen ist sie bei der Mehrzahl anzutreffen.

Die Feststellung entgegengesetzter Erscheinungen darf aber nicht ohne weiteres als Versuchsfehler hingestellt werden. Im Gegenteil, sie soll uns den Weg weisen, der Sache noch mehr auf den Grund zu kommen. Es ist bekannt, dass viele Mädchen und junge weibliche Tiere zurzeit der Pubertät eine Neigung zur Anämie haben. Die Bildung und Ausreifung der weiblichen Eier neben der rapid fortschreitenden körperlichen Entwicklung beansprucht nämlich relativ viel Nährstoffe. Es entsteht also um diese Zeit leicht ein relativer Nahrungsmangel. Dieser äussert sich in der Anämie und Chlorose verschiedenen Grades, wahrscheinlich je nach der Art und Menge des relativen Stoffmangels. Es fällt aber keinem Gynäkologen ein, diese Pubertätsanämie als physiologische Norm hinzustellen. Im Gegenteil, man spricht in solchen Fällen von schwächlicher und krankhafter Veranlagung und von einer Adynamie der blutbildenden Gewebe. Das blutbildende Gewebe solcher Individuen ist eben nicht im Stande, den gesteigerten Forderungen nachzukommen. Es tritt ein ungünstiger Ernährungszustand ein. Ebenso ist es beim Trächtigkeitszustande. Weibliche Individuen, welche zur Anämie neigen, werden zurzeit der Trächtigkeit wegen der gesteigerten Anforderungen an die Bluternährung aus denselben Gründen eine Insufficienz der blutbildenden Gewebe zeigen. Diese Insufficienz ist also eine individuelle Anlage und nichts weniger als eine physiologische Norm. Der Blutregulationsapparat besitzt aber auch hier Mittel, dem temporären ungünstigen Zustande abzuhelfen und zwar umsomehr, da die Steigerung der Ernährungsanforderungen nur allmälig, d. h. mit dem langsamen Heranwachsen des Fötus stattfindet. Die Abhilfe wird hier hauptsächlich durch Beschleunigung der Blutzirkulation, also durch die bereits erwähnte gesteigerte Herztätigkeit erfolgen. In solchen Fällen findet aber auch eine relative Erhöhung der Blutkörperchenzahl statt, weil in derselben Zeit mehr Erythrocyten mit den

Körperzellen in Berührung treten. Das Prinzip der erhöhten Leistung durch erhöhte Blutzufuhr bestätigt sich also auch in jenen Fällen, wo eine absolute Erythrocytenzahlverminderung zur Zeit der Schwangerschaft auftritt.

Bevor ich Schlüsse ziehe, erlaube ich mir auf noch eine wichtige Erfahrung hinzuweisen. In dem interessanten Werke: Höhenklima und Bergwanderungen in ihrer Wirkung auf den Menschen von Zuntz, Loewy uud Caspari[1]) wird besonders betont, dass die bereits erwähnte reaktionäre Erhöhung der Blutkörperchenzahl im Höhenklima individuell verschieden ist und bei einzelnen Personen nur gegen 6 %, bei anderen bis zu 50 % betragen kann. Diese individuelle Verschiedenheit zeigt sich auch bei der Pubertätsanämie, indem Anämien verschiedenen Grades auftreten können. Sie zeigt sich auch in der verschiedenen Schnelligkeit der Bluterneuerung nach grossen Blutverlusten, sowie in der Rekonvaleszenz nach Krankheiten, welche hämolytische Wirkungen hatten. Es muss sich diese individuelle Verschiedenheit auch in der Trächtigkeit zeigen, indem einige Individuen eine geringere oder grössere Verminderung, andere ein Gleichbleiben, oder ein grösseres oder kleines Ansteigen der Blutkörperchenzahl erfahren. In den bezüglichen Fällen treten eben die früher schon erwähnten anderen Regulationsmittel mehr oder weniger hilfreich ein, also die Steigerung der Herztätigkeit, relative Hämoglobingehaltserhöhung etc.

Nach unserem Zahlenmaterial und nach den an die Besprechung desselben geknüpften Erörterungen können wir schliessen, dass die Verminderung der Blutkörperchenzahl zurzeit der Gravidität eine individuelle Veranlagung zur Anämie vieler weiblichen Individuen ist, und also keiner physiologischen Norm zugeschrieben werden darf.

---

[1]) Wie oben. Berlin 1906.

Wir dürfen aus diesem Ergebnis weiter folgern, dass jene Tiere, welche diese relative Insufficienz der blutbildenden Gewebe nicht besitzen a priori günstigere Bluternährungsbedingungen haben, also in Bezug auf Gesundheit und Leistungsfähigkeit im Vorteil sind.

Um aber den Zusammenhang höherer Anforderungen an die Bluternährung zurzeit der Trächtigkeit und zurzeit der Laktation noch besser zu markieren, will ich schliesslich auch eine Erfahrung anführen, die auf dem Gebiete der Gynäkologie gewonnen wurde. Nach der Geburt soll bei jenen Frauen, welche ihre Kinder säugen, also mit ihrem Körper weiter ernähren, die Hypertrophie des linken Herzventrikels weiter verbleiben, während bei jenen Müttern, welche nicht säugen, das Herz an Volumen alsbald abnehmen soll. Diese Erfahrung lässt sich ganz gut an das in der Einleitung Gesagte anschliessen, dass nämlich die Milchsekretion nichts anderes ist als eine Fortsetzung der Placentarernährung.

Zum Schlusse erlaube ich mir die gewonnenen Ergebnisse übersichtlich zu wiederholen:

1. Das Rinderblut zeigt im Durchschnitt und nach den von mir gefundenen höchsten Zahlen einen höheren Gehalt an Erythrocyten und einen geringeren Hämoglobingehalt im mm^3 als das menschliche Blut.

2. Tiere mit höheren Blutwerten, also höherer Erythrocytenzahl und höherem Hämoglobingehalt, sind wegen dieser besonderen ernährungsphysiologischen Vorteile leistungsfähiger als Vergleichstiere mit niedrigeren Werten.

3. Unter Umständen tritt normal physiologisch für eine höhere Erythrocytenzahl ein höherer Erythrocytenwert ein, d. h. ein höherer Gehalt der Erythrocyten an Hämoglobin. Dies kommt ebenfalls in den Leistungen der Tiere zum Ausdruck.

4. Kleinere Tiere derselben Art, Rasse oder Zucht haben relativ höhere Blutwerte als grössere und eignen sich schon aus diesem Grunde besser zu rein physiologischen Leistungen wie es die Milchleistung ist.

5. Die Verminderung der Blutkörperchenzahl zurzeit der Gravidität ist eine individuelle Veranlagung vieler weiblichen Individuen zur Anämie und darf einer physiologischen Norm nicht zugeschrieben werden.